

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005年3月3日 (03.03.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/020525 A1

- (51) 国際特許分類: H04L 12/56, G11C 15/04
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/012137
- (22) 国際出願日: 2004年8月18日 (18.08.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2003-296408 2003年8月20日 (20.08.2003) JP
特願2003-298734 2003年8月22日 (22.08.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒100-8116 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 宇賀 雅則

(UGA, Masanori) [JP/JP]; 〒180-8585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 栗本 崇 (KURIMOTO, Takashi) [JP/JP]; 〒180-8585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 青木 道宏 (AOKI, Michihiro) [JP/JP]; 〒180-8585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

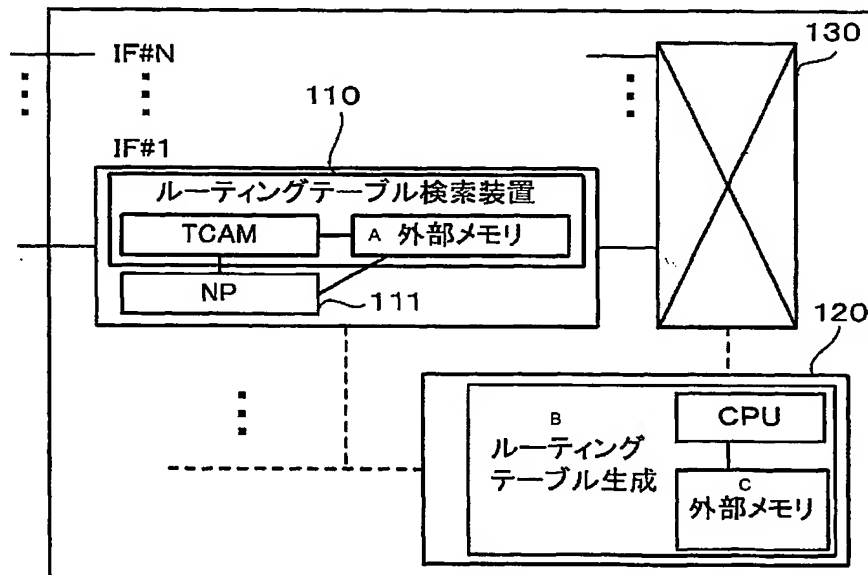
(74) 代理人: 志賀 正武, 外 (SHIGA, Masatake et al.); 〒104-8453 東京都中央区八重洲2丁目3番1号 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,

[続葉有]

(54) Title: PROTOCOL SPEED INCREASING DEVICE

(54) 発明の名称: プロトコル高速化装置



110...ROUTING TABLE SEARCH DEVICE
A...EXTERNAL MEMORY

B...ROUTING TABLE GENERATION
C...EXTERNAL MEMORY

(57) Abstract: A routing table generation device generating a routing table for deciding the next hop of a packet according to a destination address of the packet input from an input line includes: a TCAM (Ternary Content Addressable Memory); an external memory; means for classifying received information into items; and means for storing the classified items, i.e., storing the item uniquely identifying the information in the TCAM and the other items in the external memory.

[続葉有]

BEST AVAILABLE COPY

WO 2005/020525 A1



SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 入力回線から入力されたパケットの宛先アドレスに基づき当該パケットの次ホップを決定するためのルーティングテーブルを生成するルーティングテーブル生成装置は、TCAM(TernaryContentAddressableMemry)と、外部メモリと、受信した情報を項目毎に分類する手段と、この分類された項目のうち当該情報を一意に識別する項目については前記TCAMに格納し、その他の項目については前記外部メモリに格納する手段とを備える。

明 細 書

プロトコル高速化装置

本願は、２００３年８月２０日に出願された特願２００３－２９６４０８号、ならびに２００３年８月２２日に出願された特願２００３－２９８７３４対し優先権を主張し、その内容をここに援用する。

技術分野

本発明は、ネットワーク上のパケット転送装置情報、ネットワーク情報をネットワーク内のパケット転送装置間で、またはルーティングテーブル生成装置間で、ＯＳＰＦ（Open Shortest Path First）やＩＳＩＳ（Intermediate System to Intermediate System）などのルーティングプロトコルを用いて、交換し収集した情報から最短経路を計算するＤｉｊｋｓｔｒａなどの最短経路アルゴリズムを使って、パケットの宛先までの最短経路を求めるために用いるルーティングテーブルの生成技術に関する。

また、本発明は、ＩＰルータなどのパケット転送装置が、入力回線から入力されたパケットに対して必要な処理（例えば宛先アドレスを見て宛先への最短経路を求めこのパケットの出力回線を決定するなど）を行うインタフェースに利用する。特に、ＯＳＰＦ（Open Shortest Path First）やＩＳＩＳ（Intermediate System to Intermediate System）などのルーティングプロトコルで受信した制御パケットを用いて受信した情報の処理技術に関する。

背景技術

従来は、ルーティングテーブル生成装置は外部メモリ（ＳＲＡＭやＳＤＲＡＭ）と情報処理装置からなるだけであり、情報処理装置は受信した情報を情報の項目毎に分けて、情報を一意に識別する項目から検索ツリーを作成し、ツリーの中には受信した情報とツリー構成情報とを格納している。

また、ＯＳＰＦやＩＳＩＳなどのルーティングプロトコルは、制御メッセージ

をルータなどのパケット転送装置間でやりとりを行い、得られたネットワーク上のパケット転送装置のリンクコスト情報を元に最短経路を導き出す。制御メッセージはネットワーク状態の更新があった時または（および）定期的にネットワーク内の全パケット転送装置にブロードキャストされる。

ルータが制御メッセージ受信時に制御が新しいかどうか判断するために、制御メッセージから作成されたリンク状態データベース（以下、L S D B (Link State Data Base) という）検索を行うが、従来方式では、L S D B 検索がルーティングプロトコルを制御する経路制御装置（以下、R S (Route Server)）で集中的に行われていた。

L S D B 検索速度はメモリアクセス速度が鍵となるが、多くのパケット転送装置ではコスト削減のために R S にパソコンカードを利用することが多く、これらは低速メモリを採用しており、またパソコンカードを利用しない場合でも R S では様々なアプリケーションや O S を動かすため、大容量メモリが要求されコストの安い低速メモリを採用している。このため、L S D B の高速検索が不可能であった。

従来は、R S で L S D B 検索には検索ツリーを作成し検索を行っていた。R S はインタフェースから転送された制御パケットの情報を項目毎に分けて、この情報を一意に識別する項目を元に検索ツリーを作成し、ツリーの中には受信した情報とツリー構成情報とを格納している。

検索ツリーの中でも特に一般的に用いられているパトリシアツリーについて説明する。パトリシアツリーは 2 分探索木の一種であり、ノードがツリー上にポインタを用いて繋がっている。

図 1 に検索すべき比較項目とその回答を検索テーブルで表した図を示す。図 1 の検索テーブルをパトリシアツリーを用いて検索する例を図 2 に示す。なお、説明を分かりやすくするために、各フィールドは 2 進数で表記しフィールドの長さは 5 b i t とする。また「*」は検索時にそれ以降のビット値を無視することを示す。

検索すべき検索キーとノードに格納されている比較項目とを比較しながら、ツリーを下方方向に分岐していく。検索はあるノードに検索すべき検索キーが到達し

たとき、そのノードが持つ比較項目と検索すべき検索キーの上位から必要なビット分（*の直前のビットまでであり、100*ならば上位3ビット分）を比較する。一致しない場合は、一致する項目がないという結果で検索を終了する。一致した場合は、検索すべき検索キーの中の比較したビットの一番最後の次ビットに注目し、自分よりも下のノード（以下、子ノードと呼ぶ）が存在する場合は子ノードへ移り検索を続け、全ビットが一致した時点で検索を終了し、そのノードに格納されている回答を得ることができる。

図2では、10001という検索キーを検索する場合の例を示している。最初に検索キーの最初の1ビット目を見て0であるか1であるかを判断する。本例では、1であるので、ノード100*へ移り上位3ビット分を比較する。一致しているので次に検査ビットとなる検索キーの4ビット目を調べる。検索ビットが0なのでノード10001へ移る。ここで全ビット一致しているため検索を終了し、回答であるXを得ることができる。

その他に、TCAM (Ternary Content Addressable Memory) による検索方法がある。TCAMは、インタフェース上のルーティングテーブル検索に使われることがある。TCAMは、SRAMやSDRAMのように物理アドレスをキーとして格納されているデータを出力するのではなく、各物理アドレスに格納された値と入力された値とを比較し一致した場合には一致した値が格納されていた物理アドレスを出力するものである。

図1の検索テーブルをTCAMを用いて検索する例を図3に示す。TCAM内には比較項目を、外部メモリにはその回答を格納する。このとき、比較項目を格納しているTCAMの物理アドレスと比較項目の回答を格納している外部メモリの物理アドレスとをマッピングできるようにしておく。本例では、比較項目を格納しているTCAMの物理アドレスと比較項目の回答を格納している外部メモリの物理アドレスとは同じ物理アドレスとしている。

前述の通りTCAMは各物理アドレスに格納された値と入力された値とを比較し、一致した場合には一致した値が格納されていた物理アドレスを出力するため、図3の例では検索キーとして10001を入力した時には物理アドレス#9が出力され、その物理アドレスを元に回答を外部メモリから獲得することができる。

T C A Mの検索は1回の入力で、格納されているデータ全てを1度に検索することが可能なため、非常に高速な検索が可能であり、またネットワークが大きくなっても（比較項目が多くなっても）検索に必要な時間は変わらないという利点がある。

ツリーの深さは検索すべき検索キーのビット幅に依存する。例えば検索キーがI P v 4アドレスならば最大33回必要になり、I P v 6アドレスでは最大129回必要になる。図4にパトリシアツリーを使った検索の経路を破線で示す。ノード内の情報は外部メモリに格納されているので、検索回数がメモリ参照回数に比例する。検索キーのビット幅が大きくなると、またツリーのノード数が増えると検索回数（メモリ参照回数）が増え検索に多くの時間が必要になるという課題がある。

ルーティングテーブル作成を行うルーティングプロトコルの処理には大きく分けて、下記の3つがある。

- (1) リンク状態情報管理：リンクやネットワーク状態を伝えるリンク状態情報パケットの送受信を行い、リンク状態情報をデータベースとして管理
- (2) 最短経路計算：リンク状態情報のデータベースからD i j k s t r a アルゴリズムのような最短経路アルゴリズムを利用し宛先までの最短経路の算出
- (3) 近接ルータの発見と維持（H e l l o パケット処理）：H e l l o パケット交換により近接ルータの発見と障害検出

特に、多くの処理時間が必要となる(1)、(2)の処理の中でも、リンク状態情報データベースの検索にかかる時間が多くを占め、また従来方式では検索ツリーを用いているためネットワークが大きくなればなるほど、ツリーのノード数が大きくなるためリンク状態情報のデータベースの検索に時間が必要になっていた。そのため近年インターネットの急速な普及により、1つの管理ドメインが管理するネットワークはますます大きくなってきているが、それに伴いルーティングテーブル生成が遅くなったり、経路がフラッピングする（最短経路が一意に決まらずフラフラする）といった問題が発生し、1つの管理ドメインでは大きなネットワークを作成できないという課題があった（例えば、Faster link-state IGP convergence and improved network scalability and stability; Choudhury, G.

L. ; Maunder, A. S. ; Sapozhnikova, V. D. ; Local Computer Networks, 2002. Proceedings. LCN2001. 26th Annual IEEE Conference on, 14-16 Nov. 2001. Page(s) :149-158 参照) 。

発明の開示

本発明の第1態様は、このような背景に行われたものであって、ネットワークの増大に伴いルーティングテーブルの生成に時間がかかるために、1つの管理ドメインでは大きなネットワークを作ることができなかったという課題を解決することを目的とする。

本発明の第1態様は、入力回線から入力されたパケットの宛先アドレスに基づき当該パケットの次ホップを決定するためのルーティングテーブルを生成するルーティングテーブル生成装置である。

ここで、本発明の第1態様の特徴とするところは、TCAMと、外部メモリと、受信した情報を項目毎に分類する手段と、この分類された項目のうち当該情報を一意に識別する項目については前記TCAMに格納し、その他の項目については前記外部メモリに格納する手段とを備えたところにある。

これにより、格納してある情報を検索する際には、その情報を一意に識別する項目が格納されているTCAMだけを検索すればよいので、高速検索を実現することができる。

また、新たに情報を受信したときには、当該情報の格納に先立って、前記分類された項目のうち当該情報を一意に識別する項目を検索キーとして前記TCAMに格納された情報を検索する手段と、この検索により新たに受信した情報の前記一意に識別する項目と既に前記TCAMに格納されている情報の前記一意に識別する項目とが不一致のときには、前記格納する手段による格納処理を起動する手段と、この検索により新たに受信した情報の前記一意に識別する項目と既に前記TCAMに格納されている情報の前記一意に識別する項目とが一致したときには、当該一意に識別する項目に対応する前記外部メモリに格納された情報と新たに受信した情報の同一項目との新旧を比較する手段とを備えることができる。

さらに、前記比較する手段の比較結果により新たに受信した情報が既に前記外部メモリに格納されている情報よりも古いまたは同一であるときには当該新たに受信した情報を無視する手段と、前記比較する手段の比較結果により新たに受信した情報が既に前記外部メモリに格納されている情報よりも新しいときには既に前記外部メモリに格納されている情報を新たに受信した情報により更新する手段を備えることができる。

これにより、新たに到着した情報が外部メモリに既に格納されている情報よりも古いまたは同一であるときには更新処理を行わず、更新処理に要する処理負荷を軽減させることができると共に、不要な情報の格納を回避してメモリを有効に利用することができる。

また、前記TCAMおよび前記外部メモリに格納された情報を用いて到着したパケットの宛先アドレスに基づく最短経路探索を行う手段を備えることができる。

これにより、1つの装置の情報処理装置を用いてルーティングテーブル生成と共に最短経路探索を行うことができ、ハードウェアを有効利用することができる。

さらに、前記最短経路探索に基づき到着したパケットの次ホップを決定する手段を備えることができる。

本発明の第1態様の他の観点は、入力回線から入力されたパケットの宛先アドレスに基づき当該パケットの次ホップを決定するためのルーティングテーブルを生成するルーティングテーブル生成装置に適用されるプログラムである。

ここで、本発明の第1態様の特徴とするところは、コンピュータ装置にインストールすることにより、そのコンピュータ装置に、受信した情報を項目毎に分類する機能と、この分類された項目のうち当該情報を一意に識別する項目についてはTCAMに格納し、その他の項目については外部メモリに格納する機能とを実現させるところにある。

また、新たに情報を受信したときには、当該情報の格納に先立って、前記分類された項目のうち当該情報を一意に識別する項目を検索キーとして前記TCAMに格納された情報を検索する機能と、この検索により新たに受信した情報の前記一意に識別する項目と既に前記TCAMに格納されている情報の前記一意に識別する項目とが不一致のときには、前記格納する機能による格納処理を起動する機

能と、この検索により新たに受信した情報の前記一意に識別する項目と既に前記 T C A M に格納されている情報の前記一意に識別する項目とが一致したときには、当該一意に識別する項目に対応する前記外部メモリに格納された情報と新たに受信した情報の同一項目との新旧を比較する機能とを実現させることができる。

さらに、前記比較する機能の比較結果により新たに受信した情報が既に前記外部メモリに格納されている情報よりも古いまたは同一であるときには当該新たに受信した情報を無視する機能と、前記比較する機能の比較結果により新たに受信した情報が既に前記外部メモリに格納されている情報よりも新しいときには既に前記外部メモリに格納されている情報を新たに受信した情報により更新する機能を実現させることができる。

また、前記 T C A M および前記外部メモリに格納された情報を用いて到着したパケットの宛先アドレスに基づく最短経路探索を行う機能を実現させることができる。さらに、前記最短経路探索に基づき到着したパケットの次ホップを決定する機能を実現させることができる。

本発明の第 1 態様のさらに他の観点は、本発明のプログラムが記録された前記コンピュータ装置読み取り可能な記録媒体である。本発明のプログラムは本発明の記録媒体に記録されることにより、前記コンピュータ装置は、この記録媒体を用いて本発明のプログラムをインストールすることができる。あるいは、本発明のプログラムを保持するサーバからネットワークを介して直接前記コンピュータ装置に本発明のプログラムをインストールすることもできる。

これにより、汎用のコンピュータ装置を用いて、ルーティングテーブルの生成時間を短縮することができ、1つの管理ドメインで大きなネットワークを作ることが可能とするルーティングテーブル生成装置を実現することができる。

本発明の第 2 態様は、パケット転送装置に備えられ、入力回線から入力されたパケットに対して処理を行うインタフェースに設けられた L S D B 検索装置である。本発明の第 2 態様の特徴とするところは、ルーティングプロトコルの制御パケットを用いて受信した情報を収集する手段と、この収集した受信した情報の少なくとも一部項目を格納する手段と、この格納した情報と前記収集する手段により新たに受信した情報の少なくとも一部項目の情報とを比較して当該情報の新旧

を判定する手段とを備えたところにある。これにより、到着する情報の新旧を判定することができる。

また、上記L S D B 検索装置は、前記判定する手段の判定結果に基づき、前記新たに受信した情報の少なくとも一部項目の情報が前記格納した情報よりも新しい情報であるときには、経路制御装置に前記新たに受信した情報を有する新たに到着した制御パケットを転送し、前記新たに受信した情報の少なくとも一部項目の情報が前記格納した情報と同等もしくは古い情報であるときには、前記新たに受信した情報を有する新たに到着した制御パケットを廃棄する手段とを備えることができる。

これにより、新しい情報を選択してそれだけを扱うことができるため、R S の負荷を削減し、従来不可能であった1つのドメインが管理する大きなネットワークを作成することができる。

あるいは、上記L S D B 検索装置は、前記判定する手段の判定結果に基づき、前記新たに受信した情報の少なくとも一部項目の情報が前記格納した情報よりも新しい情報であるときには、前記経路制御装置に転送した制御パケットの少なくとも一部項目の情報を他のインタフェース内のL S D B 検索装置に転送する手段を備えることができる。

また、上記L S D B 検索装置は、前記判定する手段の判定結果に基づき、前記新たに受信した情報の少なくとも一部項目の情報が前記格納した情報よりも新しい情報であるときには、前記新たに受信した情報を有する新たに到着した制御パケットの少なくとも一部項目の情報を他インタフェース内のL S D B 検索装置に転送する手段を備え、他より転送された前記制御パケットの少なくとも一部項目の情報を格納する手段を備えることができる。

これにより、新たな新しい情報を選択してそれだけを複数のL S D B 検索装置で共有することができる。

本発明の第2態様の他の観点、パケット転送装置に備えられ、入力回線から入力されたパケットに対して処理を行うインタフェースに設けられたL S D B 検索装置に適用されるプログラムであって、本発明の特徴とするところは、コンピュータ装置にインストールすることにより、そのコンピュータ装置に、ルーティ

ングプロトコルの制御パケットを用いて受信した情報を収集する機能と、この収集した受信した情報の少なくとも一部項目を格納する機能と、この格納した情報と前記収集する機能により新たに受信した情報の少なくとも一部項目の情報とを比較して当該情報の新旧を判定する機能とを備えたL S D B検索装置に相応する機能を実現させるところにある。

また、前記判定する機能の判定結果に基づき、前記新たに受信した情報の少なくとも一部項目の情報が前記格納した情報よりも新しい情報であるときには、経路制御装置に前記新たに受信した情報を有する新たに到着した制御パケットを転送し、前記新たに受信した情報の少なくとも一部項目の情報が前記格納した情報と同等もしくは古い情報であるときには、前記新たに受信した情報を有する新たに到着した制御パケットを廃棄する機能を実現させることができる。

また、前記判定する機能の判定結果に基づき、前記新たに受信した情報の少なくとも一部項目の情報が前記格納した情報よりも新しい情報であるときには、前記経路制御装置に転送した制御パケットの少なくとも一部項目の情報を他のインタフェース内のL S D B検索装置に転送する機能を実現させることができる。

また、前記判定する機能の判定結果に基づき、前記新たに受信した情報の少なくとも一部項目の情報が前記格納した情報よりも新しい情報であるときには、前記新たに受信した情報を有する新たに到着した制御パケットの少なくとも一部項目の情報を他インタフェース内のL S D B検索装置に転送する機能を実現させ、他より転送された前記制御パケットの少なくとも一部項目の情報を格納する機能を実現させることができる。

さらに、本発明の第2態様の他の観点は、本発明のプログラムが記録された前記コンピュータ装置読取可能な記録媒体である。本発明のプログラムは本発明の記録媒体に記録されることにより、前記コンピュータ装置は、この記録媒体を用いて本発明のプログラムをインストールすることができる。あるいは、本発明のプログラムを保持するサーバからネットワークを介して直接前記コンピュータ装置に本発明のプログラムをインストールすることもできる。

これにより、汎用のコンピュータ装置を用いて、パケット転送装置内のR Sの処理負荷を削減することにより、1つの管理ドメインで大きなネットワークを作

ることを可能にするL S D B検索装置を実現することができる。

図面の簡単な説明

図1は、従来の検索テーブルの例を示す図である。

図2は、従来のパトリシアツリーによる検索方法を説明するための図である。

図3は、従来のT C A Mを使った検索を説明するための図である。

図4は、パトリシアツリーを使った検索経路を示す図である。

図5は、本発明の第1実施形態のルーティングテーブル生成装置の構成図である。

図6は、既存の packets 転送装置の構成図である。

図7は、本発明の第1実施形態の packets 転送装置の構成例1を示す図である。

図8は、本発明の第1実施形態の packets 転送装置の構成例2を示す図である。

図9は、本発明の第1実施形態の packets 転送装置の構成例3を示す図である。

図10は、本発明の第1実施形態の packets 転送装置の構成例4を示す図である。

図11は、Router L S Aのフォーマットを示す図である。

図12は、Network L S Aのフォーマットを示す図である。

図13は、本発明の第1実施形態の情報処理装置の動作を説明するためのネットワーク例を示す図である。

図14は、本発明の第1実施形態のT C A Mと外部メモリへの格納項目を示す図である。

図15は、本発明の第1実施形態のL S A受信時の動作を説明するための図である。

図16は、本発明の第1実施形態のS P F計算時の動作を説明するための図である。

図17は、本発明の第1実施形態の検索モデルを示す図である。

図18は、図17の検索モデルによるシミュレーション結果を示すグラフである。

図19は、本発明の第2実施形態の第1実施例のL S D B検索装置を備えたパ

ケット転送装置の構成図である。

図20は、本発明の第2実施形態の第1実施例のLSDB検索装置の構成図である。

図21は、本発明の第2実施形態の第2実施例のLSDB検索装置を備えたケット転送装置の構成図である。

図22は、本発明の第2実施形態の第2実施例のLSDB検索装置の構成図である。

図23は、ケット転送装置情報を記述したLSAの1種であるRouter LSAのフォーマットを示す図である。

図24は、ネットワーク情報を記述したLSAの1種であるNetwork LSAのフォーマットを示す図である。

図25は、LSDB検索装置に格納する情報と情報処理装置の動作例を説明する前提となるネットワーク例を示す図である。

図26は、図25を元にしたLSDB検索装置に格納する情報を示す図である。

図27は、LSDB検索装置がLSAを受信した時の動作例を示す図である。

図28は、既存のケット転送装置の構成例1を示す図である。

図29は、既存のケット転送装置の構成例2を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照しつつ、本発明の好適な実施例について説明する。ただし、本発明は以下の各実施例に限定されるものではなく、例えばこれら実施例の構成要素同士を適宜組み合わせてもよい。

<第1実施形態>

本発明の第1実施形態はルーティングテーブル生成装置である、このルーティングテーブル生成装置を、図5ないし図16を参照して説明する。図5は本発明の第1実施形態のルーティングテーブル生成装置の構成図である。

本発明の第1実施形態は、入力回線から入力されたパケットの宛先アドレスに基づき当該パケットの次ホップを決定するためのルーティングテーブルを生成するルーティングテーブル生成装置である。

ここで、本発明の第1実施形態の特徴とするところは、図5に示すように、TCAM101と外部メモリ102とを備え、受信した情報を項目毎に分類する手段と、この分類された項目のうち当該情報を一意に識別する項目については前記TCAMに格納し、その他の項目については前記外部メモリに格納する手段とを情報処理装置103に備えたところにある。

また、情報処理装置103は、新たに情報を受信したときには、当該情報の格納に先立って、前記分類された項目のうち当該情報を一意に識別する項目を検索キーとしてTCAM101に格納された情報を検索する手段と、この検索により新たに受信した情報の前記一意に識別する項目と既にTCAM101に格納されている情報の前記一意に識別する項目とが不一致のときには、前記格納する手段による格納処理を起動する手段と、この検索により新たに受信した情報の前記一意に識別する項目と既にTCAM101に格納されている情報の前記一意に識別する項目とが一致したときには、当該一意に識別する項目に対応する外部メモリ102に格納された情報と新たに受信した情報の同一項目との新旧を比較する手段とを備える。

さらに、情報処理装置103は、前記比較する手段の比較結果により新たに受信した情報が既に外部メモリ102に格納されている情報よりも古いまたは同一であるときには当該新たに受信した情報を無視する手段と、前記比較する手段の比較結果により、新たに受信した情報が既に外部メモリ102に格納されている情報よりも新しいときには既に外部メモリ102に格納されている情報を新たに受信した情報により更新する手段を備える。

また、情報処理装置103は、TCAM101および外部メモリ102に格納された情報を用いて、到着したパケットの宛先アドレスに基づく最短経路探索を行う手段を備える。さらに、前記最短経路探索に基づき、到着したパケットの次ホップを決定する手段を備える。

また、本発明の第1実施形態は、汎用のコンピュータ装置にインストールすることにより、そのコンピュータ装置に本発明のルーティングテーブル生成装置の各手段に相応する機能を実現させるプログラムとして実現することができる。このプログラムは、記録媒体に記録されてコンピュータ装置にインストールされ、

あるいは通信回線を介してコンピュータ装置にインストールされることにより当該コンピュータ装置に、情報処理装置 103 に相応する機能を実現させることができる。

以下では、本発明の第 1 実施形態をさらに詳細に説明する。

本実施形態のルーティングテーブル生成装置は、図 5 に示すように、情報処理装置 103 と TCAM101 と外部メモリ 102 とを備える。情報処理装置 103 は、OSPF や ISIS などのルーティングプロトコルを使って交換し収集した情報を、情報の項目毎に分けて、情報を一意に識別する項目を TCAM1 に格納し、それ以外の必要な項目（以下リンク状態情報と呼ぶ）を外部メモリ 102 に分けて格納したり、受信した情報から情報を一意に識別するための項目を抜き出し、TCAM101 に入力して検索し、その結果に応じて情報を外部メモリ 102 に格納したり、情報の更新をしたり必要な処理を行う。また、情報処理装置 103 は TCAM101 と外部メモリ 102 を利用し最短経路を計算し、ルーティングテーブル検索装置にルーティングテーブルを転送する機能を持つ。

図 6 は既存の packets 転送装置の構成例である。RS (Route Server) 120、SW (Switch) 130、IF (Interface: 回線) からなり、RS 120 で OSPF や ISIS などのルーティングプロトコルの処理を行い、ルーティングテーブルを生成し、RS 120 で作成したルーティングテーブルを IF のルーティングテーブル検索装置 110 に転送していた。

入力回線から入力された packets は NP (Network Processor) 111 において宛先アドレス情報を抜き出し、ルーティングテーブル検索装置 110 で宛先までの最短経路に基づく次ホップ（次ルータ）を決定し、packets を出力する IF を決定していた。

以下、本発明の第 1 実施形態のルーティングテーブル生成装置を持った packets 転送装置構成の例を 4 つ上げる。

（構成例 1）

図 7 に本発明の第 1 実施形態のルーティングテーブル生成装置の構成例 1 を示す。構成例 1 は RS 121 に本実施例のルーティングテーブル生成装置 122 を配備するものである。これは OSPF や ISIS などのルーティングプロトコル

の処理はRS 1 2 1で行うため、その情報を利用するルーティングテーブル生成装置 1 2 2をRS 1 2 1内に置いた構成である。本構成はルーティングテーブル生成装置 1 2 2をRS 1 2 1内においているので、ルーティングテーブル生成装置 1 2 2に必要な情報のやりとりが容易という利点がある。

(構成例 2)

図 8 に本発明の第 1 実施形態のルーティングテーブル生成装置の構成例 2 を示す。構成例 2 は IF 上にルーティングテーブル生成装置 1 1 2 を配備するものである。ルーティングテーブル生成装置 1 1 2 が生成したルーティングテーブルはルーティングテーブル検索装置 1 1 0 に転送されるため、その転送が容易であるという利点がある。

(構成例 3)

図 9 に本実施形態のルーティングテーブル生成装置の構成例 3 を示す。本構成例は、RS 1 2 3 に TCAM 1 0 1 のみを追加した構成例である。RS 1 2 3 は、図 5 に示した本実施形態のルーティングテーブル生成装置の情報処理装置 1 0 3 に相当する CPU 1 2 4 と外部メモリ 1 0 2 に相当する外部メモリ 1 2 5 を元々持っている。情報処理装置 1 0 3 として元々持っている CPU 1 2 4 を利用し元々持っている外部メモリ 1 2 5 と TCAM 1 2 6 を新しく追加することで、ルーティングテーブル生成装置 1 2 7 を作成することが可能である。本例は元々持っている CPU 1 2 4 と外部メモリ 1 2 5 を利用するため、実装コストが少なく済むという利点がある。

(構成例 4)

図 1 0 に本実施形態のルーティングテーブル生成装置の構成例 4 を示す。NP 1 1 1 はプロセッサ機能を持っておりこれを図 5 に示した情報処理装置 1 0 3 として利用し、元々ルーティングテーブル検索装置 1 1 6 のために配備している TCAM 1 1 4 と外部メモリ 1 1 5 を、図 5 に示した TCAM 1 0 1 と外部メモリ 1 0 2 として利用することで、ルーティングテーブル生成装置を作成することが可能である。本例は元々持っている NP 1 1 1 内のプロセッサと外部メモリ 1 1 5 と TCAM 1 1 4 を利用するため、実装コストが少なく済むという利点がある。

(構成例 5)

以下ではルーティングプロトコルとしてOSPFを例に採り上げて、TCAM 101と外部メモリ102に格納する情報と、情報処理装置103の動作について説明する。ネットワーク上のパケット転送装置やネットワーク情報をネットワーク内のパケット転送装置間で、または、ルーティングテーブル生成装置間で、OSPFが交換し収集する情報は、LSU (Link State Update) と呼ばれるパケットでやりとりが行われ、LSUには5種類のLSA (Link State Advertisement) と呼ばれるパケット転送装置やネットワーク情報を記述したデータ種別がある。

パケット転送装置情報を記述したLSAの1種であるRouter LSAのフォーマットを図11に示す。ネットワーク情報を記述したLSAの1種であるNetwork LSAのフォーマットを図12に示す。図13にTCAMと外部メモリに格納する情報と、情報処理装置の動作例を説明する前提となるネットワーク例を示す。図14に、図13を元にしたLSA情報を集めたデータベースであるLSDB (Link State Data Base) について、TCAMと外部メモリに格納する情報を示す。

LSAは、LS Type、Link State ID、Advertising Routerにより一意に識別されるので、これらをTCAMに情報を一意に識別する項目として格納し、それ以外をリンク状態情報として、外部メモリに格納する。

図15にはルーティングテーブル生成装置がLSAを受信した時の動作例を示す。LSA受信時には受信したLSAのLS Type、Link State ID、Advertising RouterからTCAMでデータの有無を判断する。TCAMに無ければ新規LSAとなるのでLSDBに追加する (TCAMと外部メモリとに分けて情報を格納する)。LSDB内にデータがある場合にはTCAMでヒットするので、外部メモリから情報を引き出し、Sequence Number等の比較等、必要な処理を実施する。

図15の例では、パケット転送装置Aがパケット転送装置DからRouter LSAを受信したとする。本例の場合TCAMでヒットするので、外部メモリか

ら情報を引き出し、Sequence Number等の比較等、必要な処理を実施することになる。

必要な処理とは、例えば、受信したLSAのSequence numberと外部メモリに既に格納されている情報のSequence numberとを比較し、この比較結果により新たに受信したLSAが既に外部メモリに格納されている情報よりも古いまたは同一であるときには当該新たに受信したLSAを無視し、この比較結果により新たに受信したLSAが既に外部メモリに格納されている情報よりも新しいときには既に外部メモリに格納されている情報を新たに受信したLSAにより更新する。

また、図16ではルータAが最短経路の計算を行う例を示している。下記のステップによってネットワーク構成情報を得ることができる。ネットワーク構成情報からDijkstraアルゴリズムを用いて最短経路を求めることが可能となる。

Step 1: 計算元ルータのLink State IDからネットワークのDR (指定ルータ) アドレスを求める。

Step 2, 3: DRアドレスを検索キーとし、Network LSAからネットワーク内のAttached Router (当該ネットワークにアクセスしているルータ) とネットワークのNet maskの情報を得る。これによりネットワークとそのネットワークへ接続しているルータがわかる。

Step 4, 5: Attached RouterのアドレスをキーとしてRouter LSAからAttached Routerの情報 (リンクのIPアドレス、メトリック等) を得る。これによりルータのリンク情報がわかり、次ホップのルータが決まる。

本発明の効果を下記のような条件で評価した。OSPFから検索関数 (検索方法はパトリシアツリーとし) を呼んでいる箇所をそのままTCAMへのアクセスへ置き換えたと仮定し、図17のようなパトリシアツリーとTCAMにおける単純な検索モデルで比較した。検索速度は商用で容易に購入できるSRAMとTCAMのアクセス速度 (各5 ns) を参考にした。CPU処理時間はパトリシアツリー検索の場合1回の検索を行う度にツリーの上位から1つずつデータを検索す

る必要があるが、TCAM検索の場合は、CPU処理はデータをTCAMへ入力するだけであるため、明らかにパトリシアツリー検索の方が時間がかかるが、今回は考慮に入れず、メモリアクセス時間のみで評価を行った。LSAを10000個送信した場合のLSA検索時間をパトリシアツリーで検索した場合とTCAMで検索した場合のそれぞれについて計算し予測した結果を図18に示す。アクセス回数が増えるほどパトリシアツリーとTCAMのアクセス時間の差が広がり、最終的にはTCAM総アクセス時間がパトリシアツリー総アクセス時間の約1/6になることが分かった。

以上記載したように、本発明の第1実施形態によれば、ルーティングテーブルの生成時間を短縮することができ、1つの管理ドメインで大きなネットワークを作ることを可能とする。

<第2実施形態>

本発明の第2実施形態はLSDB検索装置である。このLSDB検索装置を、図19ないし図22を参照して説明する。図19は、本発明の第2実施形態の第1実施例のLSDB検索装置を備えたパケット転送装置の構成図である。図20は、本発明の第2実施形態の第1実施例のLSDB検索装置の構成図である。図21は、本発明の第2実施形態の第2実施例のLSDB検索装置を備えたパケット転送装置の構成図である。図22は、本発明の第2実施形態の第2実施例のLSDB検索装置の構成図である。

本発明の第2実施形態は、図19に示すように、パケット転送装置230に備えられ、入力回線から入力されたパケットに対して処理を行うインタフェースに設けられたLSDB検索装置210である。本実施形態の特徴とするところは、図20に示すように、ルーティングプロトコルの制御パケットを用いて受信した情報を収集する情報処理装置201と、この収集した受信した情報の少なくとも一部項目を格納する高速外部メモリ202とを備え、情報処理装置201は、高速外部メモリ202に格納した情報と新たに受信した情報の少なくとも一部項目の情報とを比較して当該情報の新旧を判定する手段を備えたところにある。

また、情報処理装置201は、前記判定する手段の判定結果に基づき、前記新たに受信した情報の少なくとも一部項目の情報が前記格納した情報よりも新しい

情報であるときには、RS220に前記新たに受信した情報を有する新たに到着した制御パケットを転送し、前記新たに受信した情報の少なくとも一部項目の情報が前記格納した情報と同等もしくは古い情報であるときには、前記新たに受信した情報を有する新たに到着した制御パケットを廃棄する手段を備える。

また、情報処理装置201は、前記判定する手段の判定結果に基づき、前記新たに受信した情報の少なくとも一部項目の情報が前記格納した情報よりも新しい情報であるときには、RS220に転送した制御パケットの少なくとも一部項目の情報を他のインタフェース内のLSDB検索装置に転送する手段を備える。

また、情報処理装置201は、前記判定する手段の判定結果に基づき、前記新たに受信した情報の少なくとも一部項目の情報が前記格納した情報よりも新しい情報であるときには、前記新たに受信した情報を有する新たに到着した制御パケットの少なくとも一部項目の情報を他インタフェース内のLSDB検索装置に転送する手段を備え、他より転送された前記制御パケットの少なくとも一部項目の情報を格納する手段を備える。

本発明は、汎用のコンピュータ装置にインストールすることにより、そのコンピュータ装置に本発明のLSDB検索装置に相応する機能を実現させるプログラムとして実現することができる。このプログラムは、記録媒体に記録されてコンピュータ装置にインストールされ、あるいは通信回線を介してコンピュータ装置にインストールされることにより当該コンピュータ装置に、情報処理装置201に相応する機能を実現させることができる。

図21に示すパケット転送装置は図22に示すLSDB検索装置を備えている。図21に示すパケット転送装置では、ルーティングテーブル検索装置とLSDB検索装置とを一つのLSDB検索装置211として実現している。

(第1実施例)

図20は、本発明の第2実施形態の第1実施例のLSDB検索装置例を示す図である。図19に示す第1実施例のLSDB検索装置210は、情報処理装置201と高速外部メモリ202とを備える。本実施例ではLSDBの検索にはパトリシアツリーのようなツリー検索を利用するものである。LSDB検索装置210によって受信した制御パケットの一部項目がRS220に転送されるので、情

報処理装置 201 は、受け取った情報を項目毎に分けて、この情報を一意に識別する項目を元に検索ツリーを作成し、ツリーの中にはこの情報を一意に識別する項目とツリー構成情報と制御メッセージの新旧を判断する情報（以下 LS sequence number と呼ぶ）を格納する。

また、自インタフェースが受信した制御パケットの一部項目が LSDB 検索装置 210 に格納されると、LSDB 検索装置 210 は、格納した制御パケットの一部項目を他インタフェースに転送する。さらに、他インタフェースが受信した制御パケットの一部項目が他インタフェースの LSDB 検索装置によって LSDB 検索装置 210 に転送される。これにより、各インタフェースの LSDB 検索装置 210 では、最新情報を共有することができる。

情報処理装置 201 は OSPF や ISIS などのルーティングプロトコルの制御パケットが入力回線から入力された場合に、制御パケットの情報の項目から情報を一意に識別する項目と、LS sequence number を取り出し、検索ツリーで検索を行う。比較項目として入力された制御パケットの中の情報を一意に識別する項目を入力し検索を行う。検索した結果、回答が見つかった場合には、入力された制御パケットの LS sequence number と、回答であるツリーに格納されている LS sequence number を比較し、入力された制御パケットの情報が新しくない（既に受信している情報と同じか古い）情報の場合にはこの制御パケットを廃棄する。比較した結果が新しい場合、RS へこの制御パケットを転送する。

また、比較した結果が新しい場合には、制御パケットを受信したインタフェースの LSDB 検索装置 210 にこの制御パケットの情報を一意に識別する項目と LS sequence number が格納され、この情報を一意に識別する項目を元に検索ツリーが作成される。そしてこの LSDB 検索装置 210 は、自インタフェース以外の全インタフェースにこの制御パケットの情報を一意に識別する項目と LS sequence number を転送する。また、LSDB 検索装置 210 は、他インタフェースから転送された制御パケットの情報を一意に識別する項目と LS sequence number を格納する。これにより、各インタフェースの LSDB 検索装置 210 で、最新情報を共有することが

できる。

(第2実施例)

図22は、本発明の第2実施形態の第2実施例のLSDB検索装置を示す図である。第2実施例のLSDB検索装置211は、情報処理装置201とTCAM203と高速外部メモリ202とを備える。第2実施例では、LSDBの検索にはTCAM203を利用するものである。LSDB検索装置211によって受信した制御パケットの一部項目をRS220に転送するので、情報処理装置201は、受け取った情報を項目毎に分けて、この情報を一意に識別する項目をTCAM203に格納し、制御メッセージの新旧を判断するLS sequence numberを高速外部メモリ202に格納する。

また、LSDB検索装置211は、自インタフェースが受信した制御パケットの一部項目を格納すると、LSDB検索装置211は、格納した制御パケットの一部項目を他インタフェースに転送する。さらに、LSDB検索装置211は、他インタフェースから転送された制御パケットの一部項目を格納する。これにより、各インタフェースのLSDB検索装置211では、最新情報を共有することができる。

情報処理装置201はOSPFやISISなどのルーティングプロトコルの制御パケットが入力回線から入力された場合に、制御パケットの情報の項目から情報を一意に識別する項目と、LS sequence numberを取り出し、TCAM3で検索を行う。比較項目として入力された制御パケットの中の情報を一意に識別する項目をTCAM203に入力し検索を行う。

検索した結果、回答が見つかった場合には、入力された制御パケットのLS sequence numberと、回答である高速外部メモリ202に格納されているLS sequence numberを比較し、入力された制御パケットの情報が新しくない（既に受信している情報と同じか古い）情報の場合にはこの制御パケットを廃棄する。比較した結果が新しい場合、RS220へこの制御パケットを転送する。

また、比較した結果が新しい場合には、制御パケットを受信したインタフェースのLSDB検索装置211は、この制御パケットの情報を一意に識別する項目

とLS sequence numberを格納し、この情報を一意に識別する項目を元に検索ツリーを作成する。そして、LSDB検索装置211は、自インタフェース以外の全インタフェースにこの制御パケットの情報を一意に識別する項目とLS sequence numberを転送する。また、LSDB検索装置211は、他インタフェースから転送された制御パケットの情報を一意に識別する項目とLS sequence numberを格納する。これにより、各インタフェースのLSDB検索装置211で、最新情報を共有することができる。

(第3実施例)

以下ではルーティングプロトコルとしてOSPFを例として採り上げて、LSDB検索装置に格納する情報と、情報処理装置の動作について説明する。ネットワーク上のパケット転送装置情報やネットワーク情報をネットワーク内のパケット転送装置間で、またはルーティングテーブル生成装置間で、OSPFが交換し収集する情報は、LSU(Link State Update)と呼ばれるパケットでやりとりが行われ、LSUには5種類のLSA(Link State Advertisement)と呼ばれるパケット転送装置やネットワーク情報を記述したデータ種別がある。

パケット転送装置情報を記述したLSAの1種であるRouter LSAのフォーマットを図23に示す。ネットワーク情報を記述したLSAの1種であるNetwork LSAのフォーマットを図24に示す。図25にLSDB検索装置に格納する情報と情報処理装置の動作例を説明する前提となるネットワーク例を示す。図26に図25を元にしたLSDB検索装置に格納する情報を示す。LSAは、LS Type、Link State ID、Advertising Routerにより一意に識別されるので、これらの情報を一意に識別する項目としてLSDB検索装置に格納する。また、LSAの新旧を判断するためには、LS sequence number、LS checksum、LS ageが必要なので、これらをLS Sequence numberとしてLSDB検索装置に格納する。図27にはLSDB検索装置がLSAを受信した時の動作例を示す。LSA受信時には受信したLSAのLS Type、Link State ID、Advertising Routerを検索キーとしてLS

DB検索装置でLSAの新旧を判断する。

新旧LSAの判断のステップを(1)～(6)に示す。

- (1) より大きいLS sequence numberを持つLSAが最新
- (2) sequence numberが同じ場合、より大きいLS checksumを持つLSAが最新
- (3) LS checksumも同じ場合、MAX AgeであるLS ageのLSAが最新
- (4) どちらのLSAもMax Ageでない場合、LS ageの差がMax Age Diff (15分) 以上であるならば、より小さいLS ageを持つLSAが最新
- (5) (1)～(4)に当てはまらなければ同一LSAであるとみなす
- (6) 最新以外のLSA (同一LSAも含む) は全て廃棄、最新のLSAはRSへ送付 これはOSPFによって規定されている新旧LSAの判断のステップである。

以下は本実施例のLSDB検索装置をパケット転送装置に装備する場合の構成例について説明する。

(構成例1)

図28は既存のパケット転送装置構成例1である。パケット転送装置は大きく分けてRS (Router Server) 220、SW (Switch) 240、IF (Interface)を備え、RS 220でOSPFやISISなどのルーティングプロトコルの処理を行い、ルーティングテーブルを生成し、RS 220で作成したルーティングテーブルをIFのルーティングテーブル検索装置215に転送していた。入力回線から入力されたパケットはNP (Network Processor) において宛先アドレス情報を抜き出し、ルーティングテーブル検索装置215で宛先までの最短経路に基づく次ホップ (次ルータ) を決定し、パケットを出力するIFを決定していた。

図28の既存のパケット転送装置の構成例1は、ルーティングテーブル検索装置215に検索ツリーを用いている。ルーティングテーブル検索装置215にはルーティングテーブルのみが必要なのでRS 220が必要とするメモリよりもずっと少ない容量で済む。そのため高速外部メモリを利用することができ、検索ツ

リーも低速外部メモリを使ったツリー検索よりも高速な検索が可能となる。

(構成例 2)

図 29 は既存の packets 転送装置の構成例 2 である。構成例 1 との違いはルーティングテーブル検索装置 216 に TCAM を用いている点である。大容量コアルータではより高速な packets 転送が必要となるため、ルーティングテーブル検索において、検索ツリーよりも高速検索が可能な TCAM を利用するのが一般的である。

図 19 は、構成例 1 の LSDB 検索装置 210 を装備した packets 転送装置の構成例 1 である。IF 上にルーティングテーブル検索装置 215 とは別に LSDB 検索装置 210 を配備する構成である。本例はルーティングテーブル検索装置 215 とは別に LSDB 検索装置 210 を配備しているため、ルーティングテーブル検索装置 215 に影響を与えない（速度、実装など）という利点がある。

図 21 は構成例 2 の LSDB 検索装置 211 を装備した packets 転送装置構成例 2 である。本例は、図 29 の既存の packets 転送装置 230 のルーティングテーブル検索装置 216 を利用して LSDB 検索を実施するというものである。

図 19、図 20 に示した LSDB 検索装置 210、211 は、図 28、図 29 に示したルーティングテーブル検索装置 215、216 と同様の物理構成を取っており（NP はプロセッサであり情報処理装置になることが可能である）、機能的にも検索を行うという点でも同じ機能を必要とする。従って、既存の packets 転送装置 230 のルーティングテーブル検索装置 216 を LSDB 検索にも利用するというのが構成例 2 である。本例は既存の packets 転送装置 230 のルーティングテーブル検索装置 216 を利用するため実装コストが安く済むという利点がある。

以上説明したように、本発明の第 2 実施形態は、IP ルータなどの packets 転送装置を使って作成するネットワークにおいて、packets 転送装置内の RS の処理負荷を削減することにより、1 つの管理ドメインで大きなネットワークを作ることが可能にする。

産業上の利用の可能性

本発明は、IPルータなどのパケット転送装置を使って作成するネットワークにおいて、パケット転送装置内のRSの処理負荷を削減することにより、1つの管理ドメインで大きなネットワークを作ることができる。これにより、IPネットワークの大規模化に対応することができ、ネットワーク管理者、ネットワークユーザの利便性を向上させることができる。

請求の範囲

1. 入力回線から入力されたパケットの宛先アドレスに基づき当該パケットの次ホップを決定するためのルーティングテーブルを生成するルーティングテーブル生成装置であって、

TCAM (Ternary Content Addressable Memory) と、

外部メモリと、

受信した情報を項目毎に分類する手段と、

この分類された項目のうち当該情報を一意に識別する項目については前記TCAMに格納し、その他の項目については前記外部メモリに格納する手段と

を備えたルーティングテーブル生成装置。

2. 新たに情報を受信したときには、当該情報の格納に先立って、

前記分類された項目のうち当該情報を一意に識別する項目を検索キーとして前記TCAMに格納された情報を検索する手段と、

この検索により新たに受信した情報の前記一意に識別する項目と既に前記TCAMに格納されている情報の前記一意に識別する項目とが不一致のときには、前記格納する手段による格納処理を起動する手段と、

この検索により新たに受信した情報の前記一意に識別する項目と既に前記TCAMに格納されている情報の前記一意に識別する項目とが一致したときには、当該一意に識別する項目に対応する前記外部メモリに格納された情報と新たに受信した情報の同一項目との新旧を比較する手段と

を備えた請求項1記載のルーティングテーブル生成装置。

3. 前記比較する手段の比較結果により新たに受信した情報が既に前記外部メモリに格納されている情報よりも古いまたは同一であるときには当該新たに受信した情報を無視する手段と、

前記比較する手段の比較結果により新たに受信した情報が既に前記外部メモリに格納されている情報よりも新しいときには既に前記外部メモリに格納されている情報を新たに受信した情報により更新する手段を備えた

請求項 2 記載のルーティングテーブル生成装置。

4. 前記 T C A M および前記外部メモリに格納された情報を用いて到着したパケットの宛先アドレスに基づく最短経路探索を行う手段を備えた請求項 1 記載のルーティングテーブル生成装置。

5. 前記最短経路探索に基づき到着したパケットの次ホップを決定する手段を備えた請求項 4 記載のルーティングテーブル生成装置。

6. 入力回線から入力されたパケットの宛先アドレスに基づき当該パケットの次ホップを決定するためのルーティングテーブルを生成するルーティングテーブル生成装置に適用されるプログラムであって、

コンピュータ装置にインストールすることにより、そのコンピュータ装置に、
受信した情報を項目毎に分類する機能と、

この分類された項目のうち当該情報を一意に識別する項目については T C A M に格納し、その他の項目については外部メモリに格納する機能と
を実現させるプログラム。

7. 新たに情報を受信したときには、当該情報の格納に先立って、

前記分類された項目のうち当該情報を一意に識別する項目を検索キーとして前記 T C A M に格納された情報を検索する機能と、

この検索により新たに受信した情報の前記一意に識別する項目と既に前記 T C A M に格納されている情報の前記一意に識別する項目とが不一致のときには、前記格納する機能による格納処理を起動する機能と、

この検索により新たに受信した情報の前記一意に識別する項目と既に前記 T C A M に格納されている情報の前記一意に識別する項目とが一致したときには、当

該一意に識別する項目に対応する前記外部メモリに格納された情報と新たに受信した情報の同一項目との新旧を比較する機能と
を実現させる請求項 6 記載のプログラム。

8. 前記比較する機能の比較結果により新たに受信した情報が既に前記外部メモリに格納されている情報よりも古いまたは同一であるときには当該新たに受信した情報を無視する機能と、

前記比較する機能の比較結果により新たに受信した情報が既に前記外部メモリに格納されている情報よりも新しいときには既に前記外部メモリに格納されている情報を新たに受信した情報により更新する機能とを実現させる

請求項 7 記載のプログラム。

9. 前記 T C A M および前記外部メモリに格納された情報を用いて到着したパケットの宛先アドレスに基づく最短経路探索を行う機能を実現させる請求項 6 記載のプログラム。

10. 前記最短経路探索に基づき到着したパケットの次ホップを決定する機能を実現させる請求項 9 記載のプログラム。

11. 請求項 6 記載のプログラムが記録された前記コンピュータ装置が読み取り可能な記録媒体。

12. パケット転送装置に備えられ、入力回線から入力されたパケットに対して処理を行うインタフェースに設けられた L S D B (Link State Data Base) 検索装置であって、

ルーティングプロトコルの制御パケットを用いて受信した情報を収集する手段と、

この収集した受信した情報の少なくとも一部項目を格納する手段と、

この格納した情報と前記収集する手段により新たに受信した情報の少なくとも

一部項目の情報とを比較して当該情報の新旧を判定する手段と
を備えたL S D B検索装置。

1 3. 前記判定する手段の判定結果に基づき、前記新たに受信した情報の少なくとも一部項目の情報が前記格納した情報よりも新しい情報であるときには、経路制御装置に前記新たに受信した情報を有する新たに到着した制御パケットを転送し、前記新たに受信した情報の少なくとも一部項目の情報が前記格納した情報と同等もしくは古い情報であるときには、前記新たに受信した情報を有する新たに到着した制御パケットを廃棄する手段を備えた請求項 1 2 記載のL S D B検索装置。

1 4. 前記判定する手段の判定結果に基づき、前記新たに受信した情報の少なくとも一部項目の情報が前記格納した情報よりも新しい情報であるときには、前記経路制御装置に転送した制御パケットの少なくとも一部項目の情報を他インタフェース内のL S D B検索装置に転送する手段を備えた請求項 1 3 記載のL S D B検索装置。

1 5. 前記判定する手段の判定結果に基づき、前記新たに受信した情報の少なくとも一部項目の情報が前記格納した情報よりも新しい情報であるときには、前記新たに受信した情報を有する新たに到着した制御パケットの少なくとも一部項目の情報を他インタフェース内のL S D B検索装置に転送する手段と、

他より転送された前記制御パケットの少なくとも一部項目の情報を格納する手段とを備えた請求項 1 4 記載のL S D B検索装置。

1 6. パケット転送装置に備えられ、入力回線から入力されたパケットに対して処理を行うインタフェースに設けられたL S D B検索装置に適用されるプログラムであって、

コンピュータ装置にインストールすることにより、そのコンピュータ装置に、ルーティングプロトコルの制御パケットを用いて受信した情報を収集する機

能と、

この収集した受信した情報の少なくとも一部を格納する機能と、

この格納した情報と前記収集する機能により新たに受信した情報の少なくとも一部の情報とを比較して当該情報の新旧を判定する機能と

を備えたL S D B 検索装置に相応する機能を実現させるプログラム。

17. 前記判定する機能の判定結果に基づき、前記新たに受信した情報の少なくとも一部の情報が前記格納した情報よりも新しい情報であるときには、経路制御装置に前記新たに受信した情報を有する新たに到着した制御パケットを転送し、前記新たに受信した情報の少なくとも一部の情報が前記格納した情報と同等もしくは古い情報であるときには、前記新たに受信した情報を有する新たに到着した制御パケットを廃棄する機能を実現させる請求項16記載のプログラム。

18. 前記判定する機能の判定結果に基づき、前記新たに受信した情報の少なくとも一部の情報が前記格納した情報よりも新しい情報であるときには、前記経路制御装置に転送した制御パケットの少なくとも一部の情報を他のインタフェース内のL S D B 検索装置に転送する機能を実現させる請求項17記載のプログラム。

19. 前記判定する機能の判定結果に基づき、前記新たに受信した情報の少なくとも一部項目の情報が前記格納した情報よりも新しい情報であるときには、前記新たに受信した情報を有する新たに到着した制御パケットの少なくとも一部項目の情報を他インタフェース内のL S D B 検索装置に転送する機能と、

他より転送された前記制御パケットの少なくとも一部項目の情報を格納する機能とを実現させる請求項18記載のプログラム。

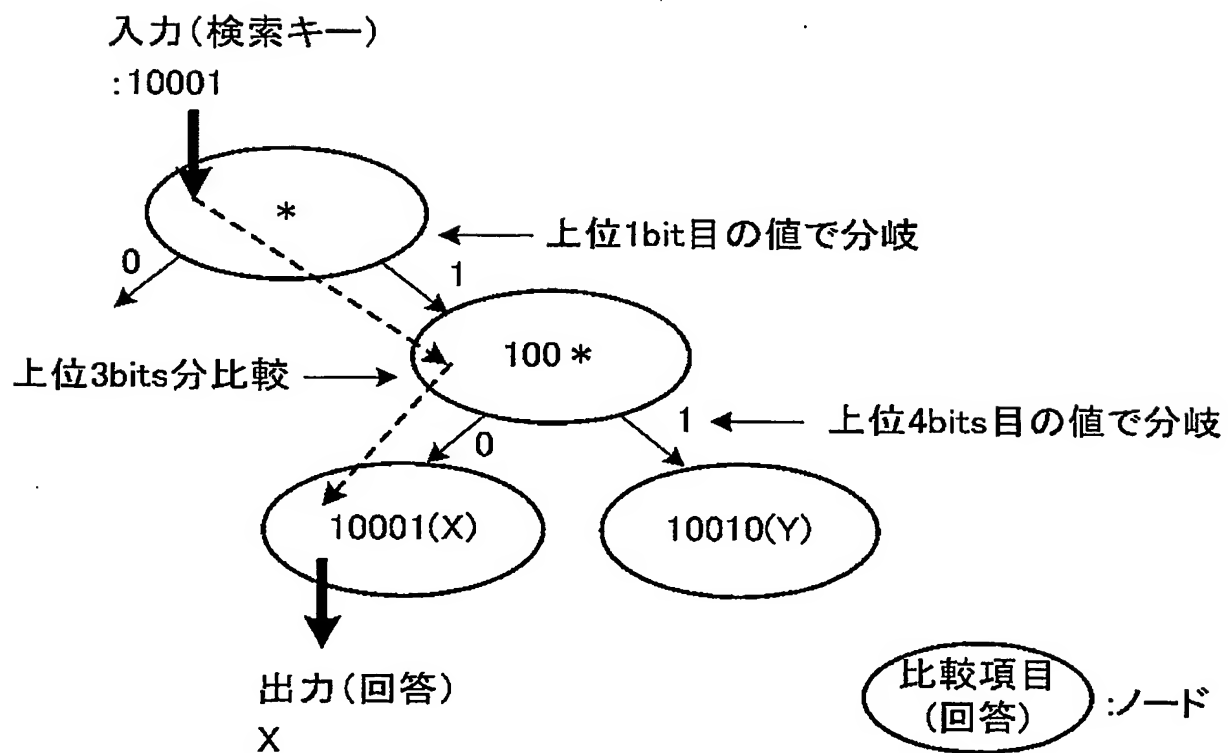
20. 請求項16記載のプログラムが記録された前記コンピュータ装置が読み取り可能な記録媒体。

1/24

図 1

比較項目	回答
10001	X
10010	Y
⋮	⋮

図 2



2/24

図 3

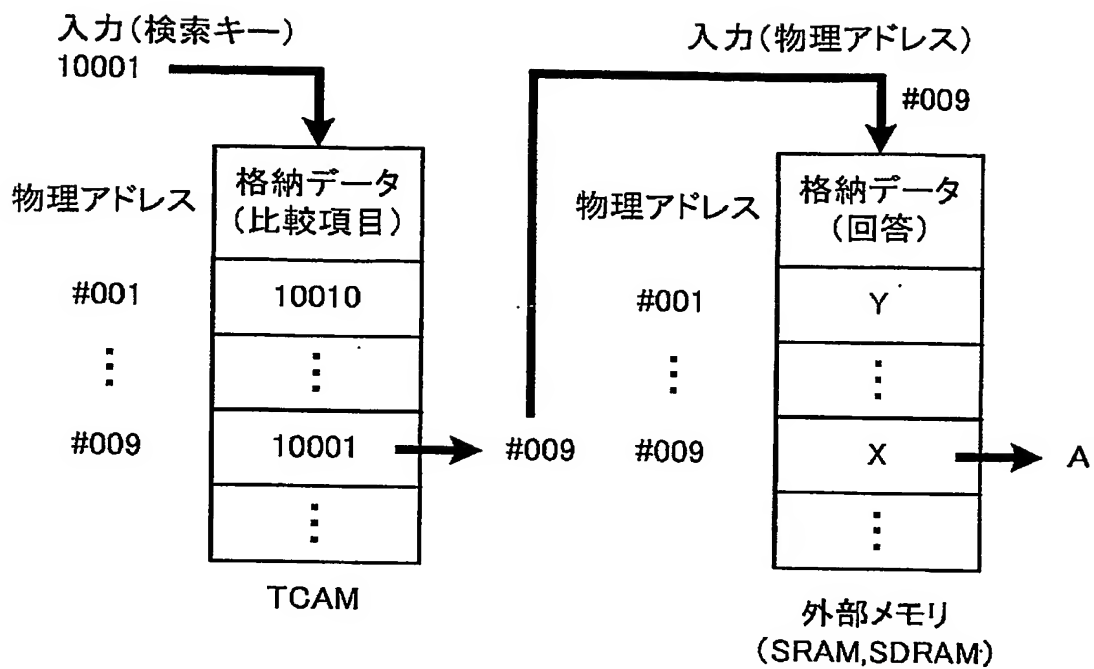
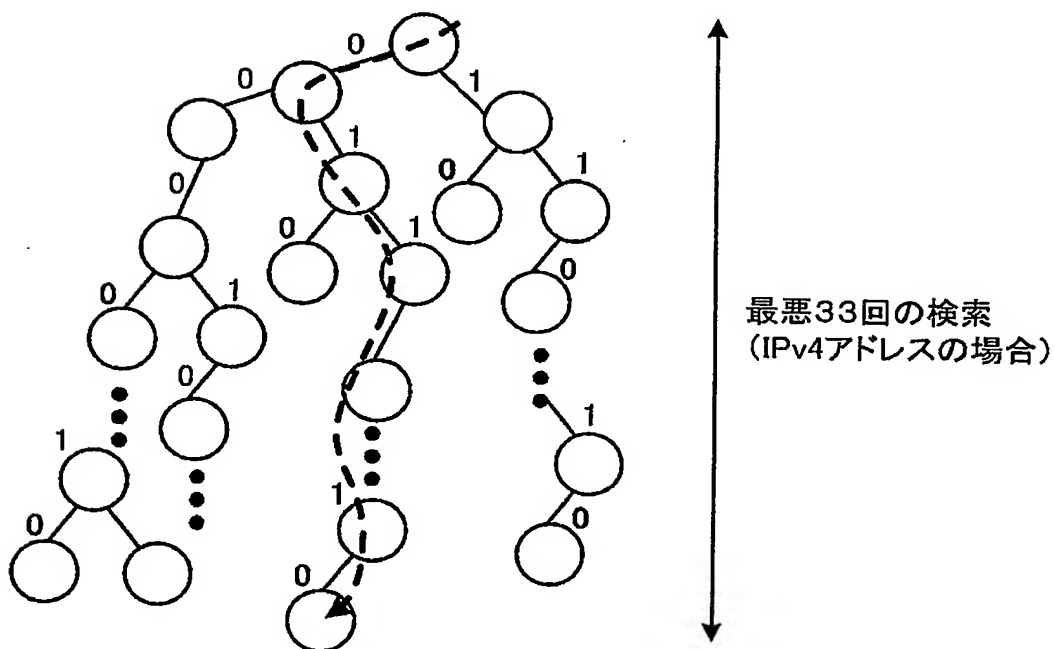


図 4



3/24

図 5

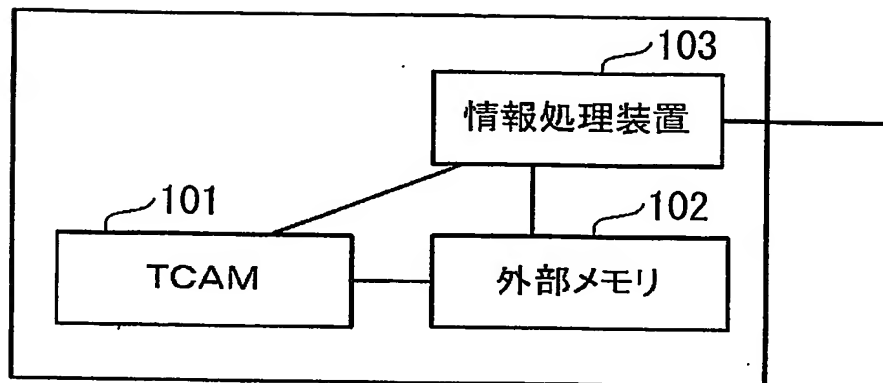
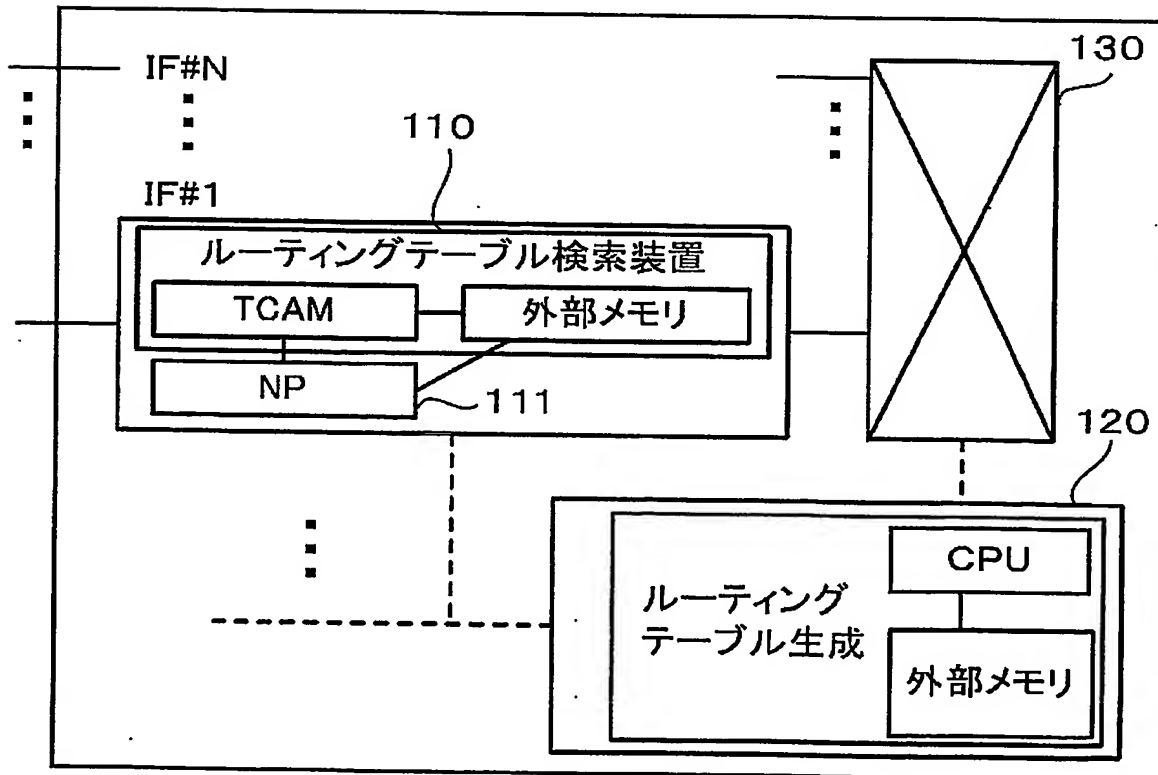
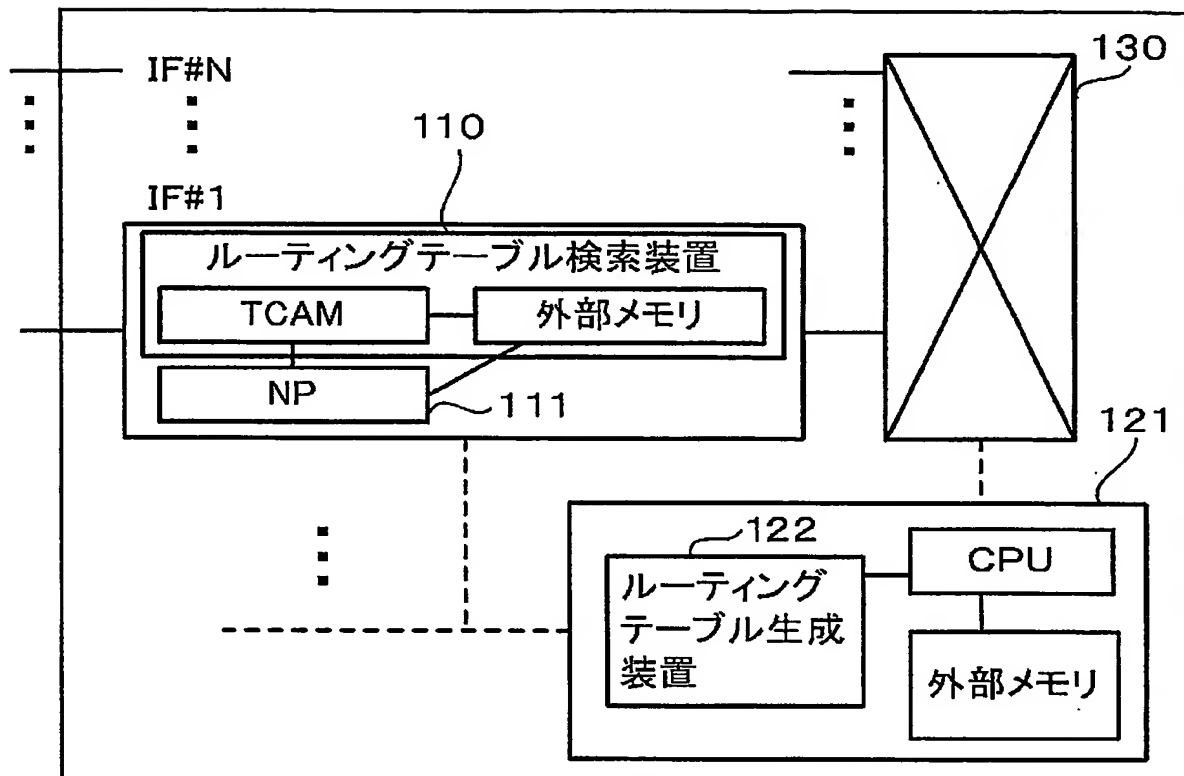


図 6



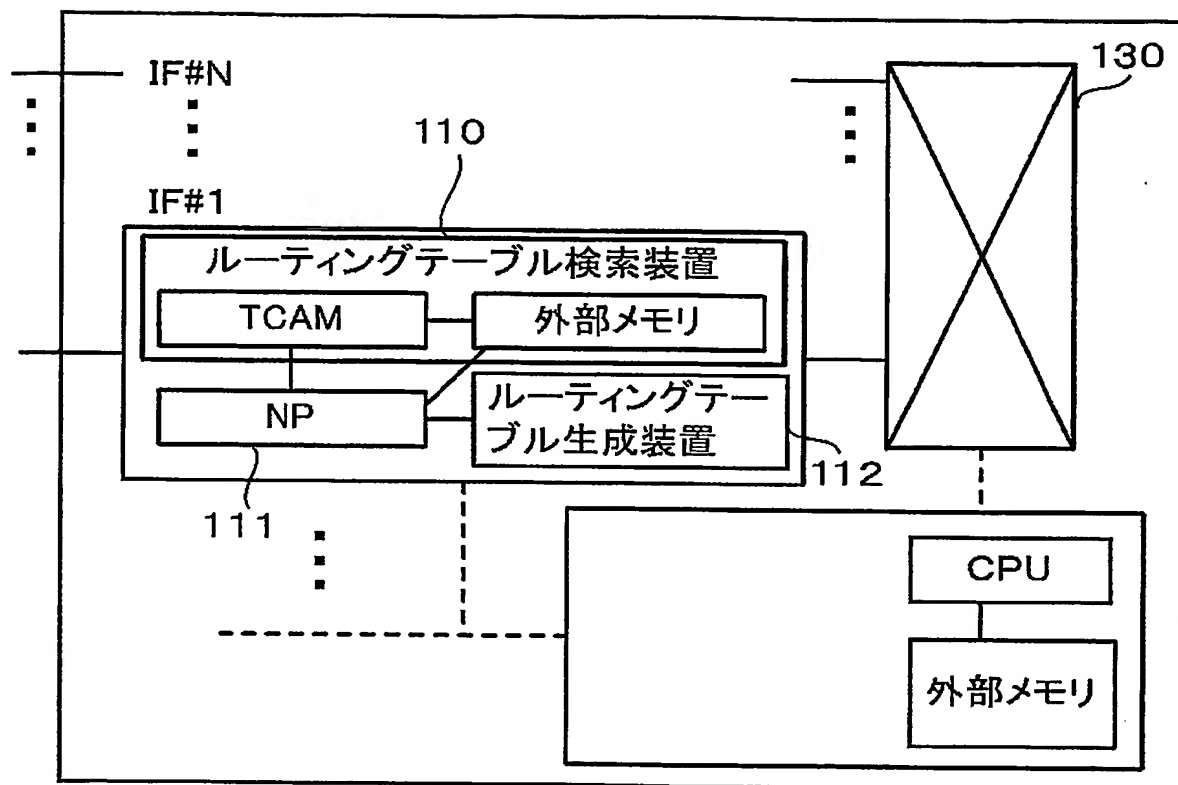
4/24

図 7



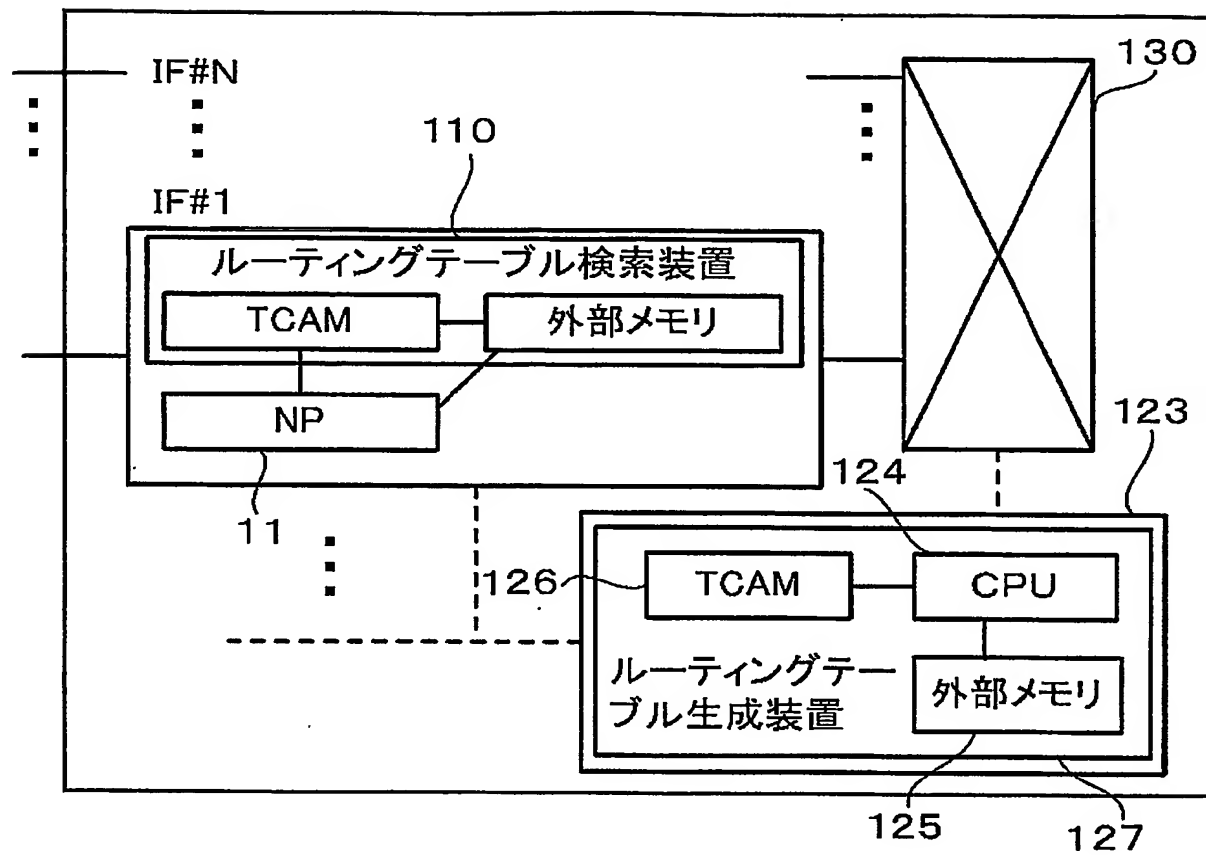
5/24

図 8



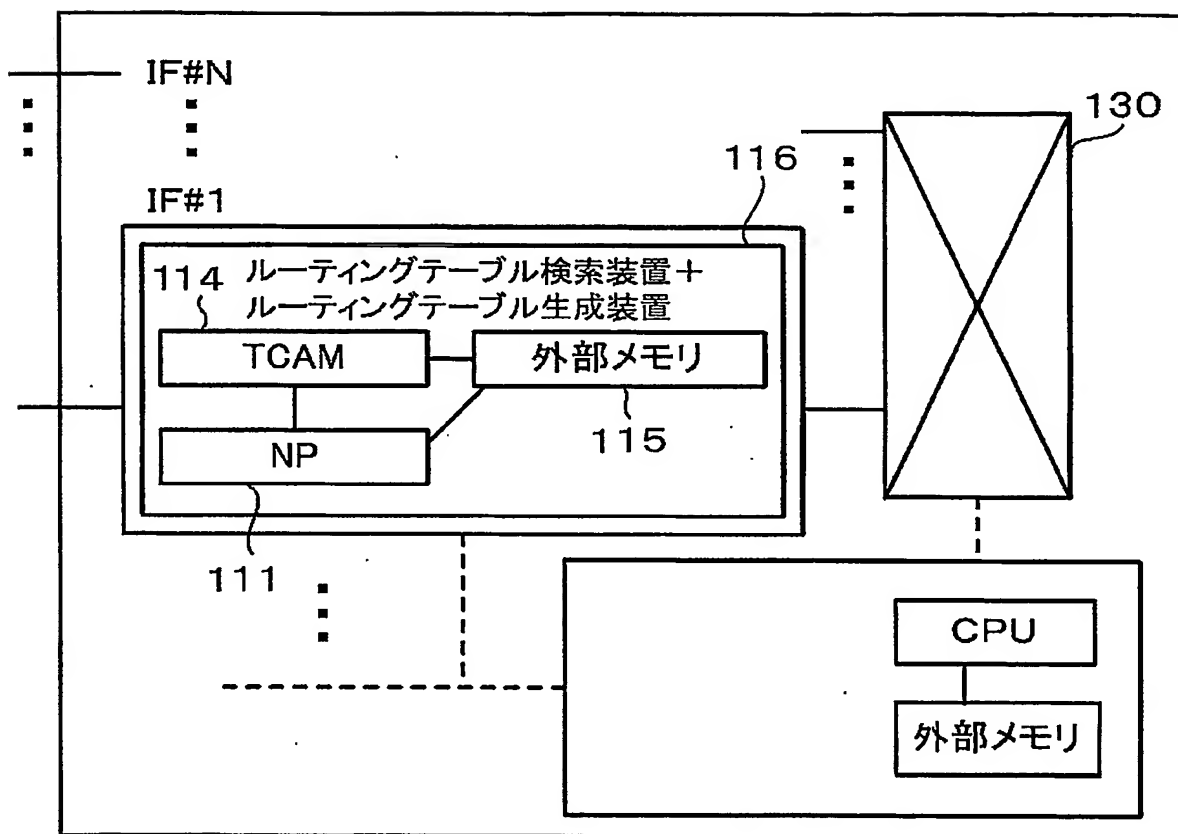
6/24

図 9



7/24

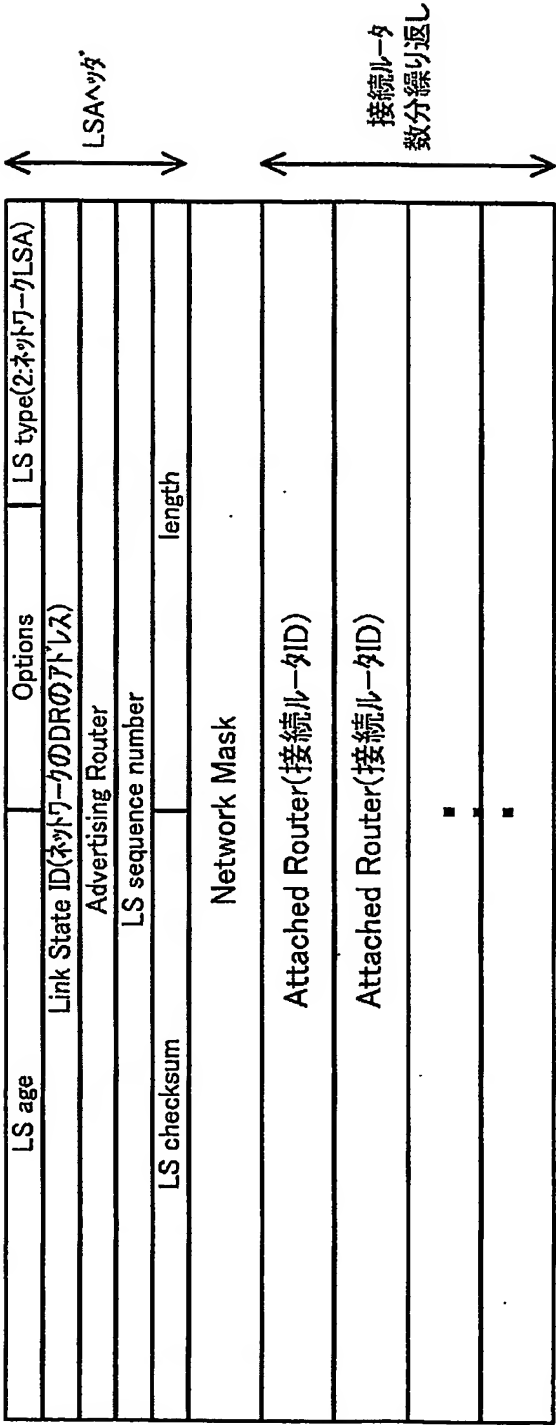
図 10



LS age	Options		LS type(1:ルータLSA)
Link State ID(LSAを生成したルータID)			
Advertising Router			
LS sequence number			
LS checksum			length
0	V	E B	#links
Link ID(ネットワークのDRのIPアドレス:トランジットネットワークの場合)			
Link Data(ルータイタフェースのIPアドレス:トランジットネットワークの場合)			
Type	#TOS	metric(コスト)	
...			
TOS	0	TOS metric	
Link ID(ネットワークのDRのIPアドレス:トランジットネットワークの場合)			
Link Data(ルータイタフェースのIPアドレス:トランジットネットワークの場合)			
Type	#TOS	metric(コスト)	
...			
TOS	0	TOS metric	
...			
...			
...			

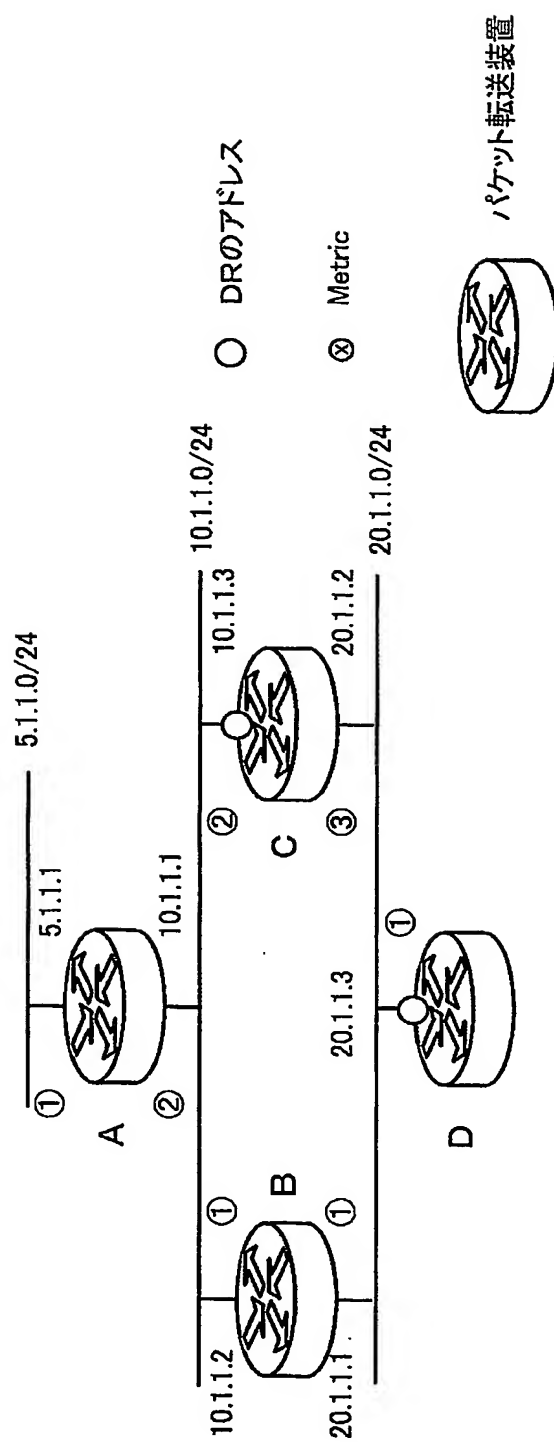
9/24

図 1 2



10/24

図13



11/24

図 1 4

LSDB

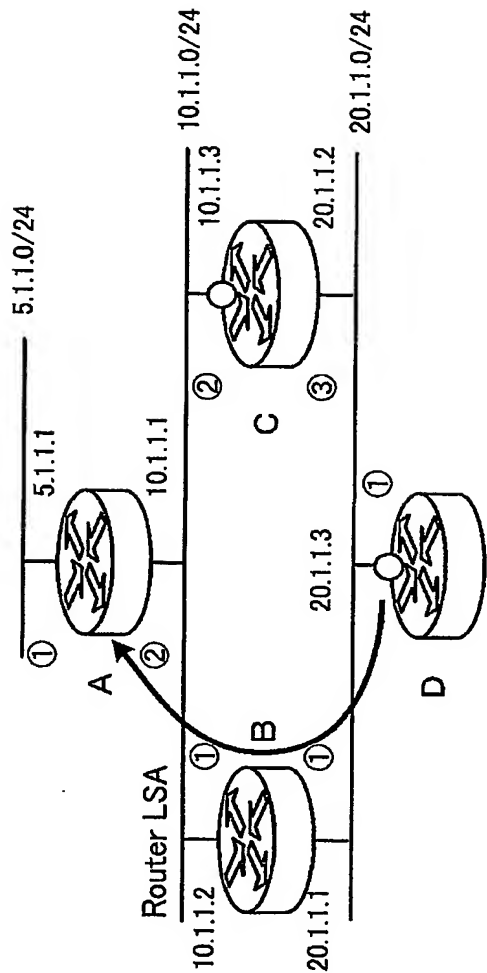
LS TYPE	Link State ID	Advertising Router	LS Sequence number	Link ID(Transit NWの時DR)	Link Data	Metric	...
1(Router LSA)	10.1.1.1	10.1.1.1	0x80000002	5.1.1.0	255.255.255.0	①	
				10.1.1.3	10.1.1.1	②	
1	20.1.1.1	20.1.1.1	0x80000004	10.1.1.3	10.1.1.2	①	...
				20.1.1.3	20.1.1.1	①	
1	...	...	...	...	...	...
LS TYPE	Link State ID(DR)	Advertising Router	LS Sequence number	Netmask	Attached Router	...	...
2(Network LSA)	10.1.1.3	20.1.1.2	0x80000008	24	10.1.1.1		
				24	20.1.1.1	...	...
				24	20.1.1.2		
2	...	...	...	...	...	...	...
...							

TCAMIに格納

外部メモリに格納

12/24

図 15



DからRouter LSAを受信(検索開始)

LSDB

LS TYPE	Link State ID	Advertising Router	LS Sequence number	Link ID(Transit NWの時DR)	Link Data	Metric	...
1(Router LSA)	10.1.1.1	10.1.1.1	0x80000002	5.1.1.0	255.255.255.0	①	
1	...	...	...	10.1.1.3	10.1.1.1	②	
1	20.1.1.3	20.1.1.3	0x80000006	20.1.1.3	20.1.1.3	①	

Hit

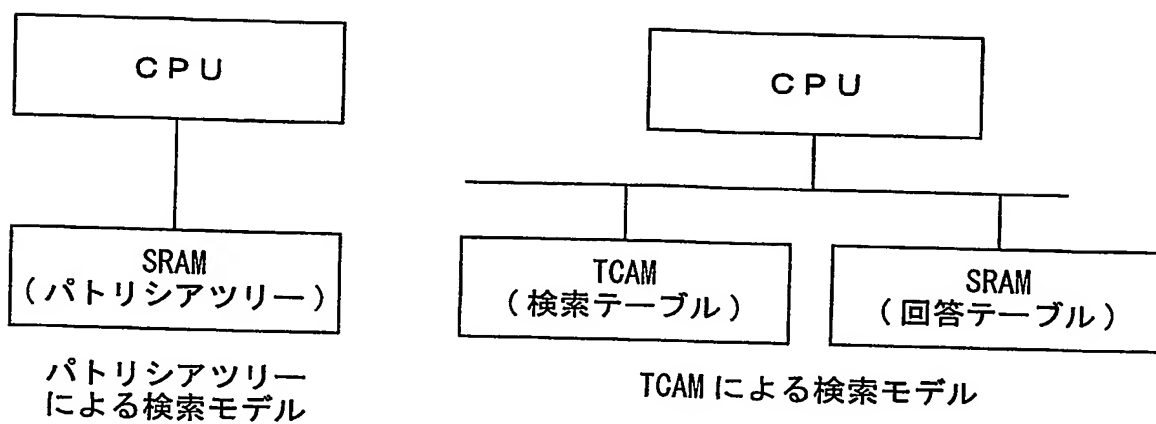
図 16

LSDB

LS TYPE	Link State ID	Advertising Router	LS Sequence number	Link ID(Transit NWの時DR)	Link Data	Metric	...
1(Router LSA)	10.1.1.1	10.1.1.1	0x80000002 Step1	5.1.1.0	255.255.255.0	①	
1	20.1.1.1	20.1.1.1	0x80000004 Step2	10.1.1.3	10.1.1.1	②	
				10.1.1.3	10.1.1.2	①	...
			Step5	20.1.1.3	20.1.1.1	①	
LS TYPE	Link State ID(DR)	Advertising Router	LS Sequence number	Netmask	Attached Router	...	...
			Step4				
2(Network LSA)	10.1.1.3	20.1.1.2	0x80000006 Step3	24	10.1.1.1		
				24	20.1.1.1	...	...
				24	20.1.1.2		

14/24

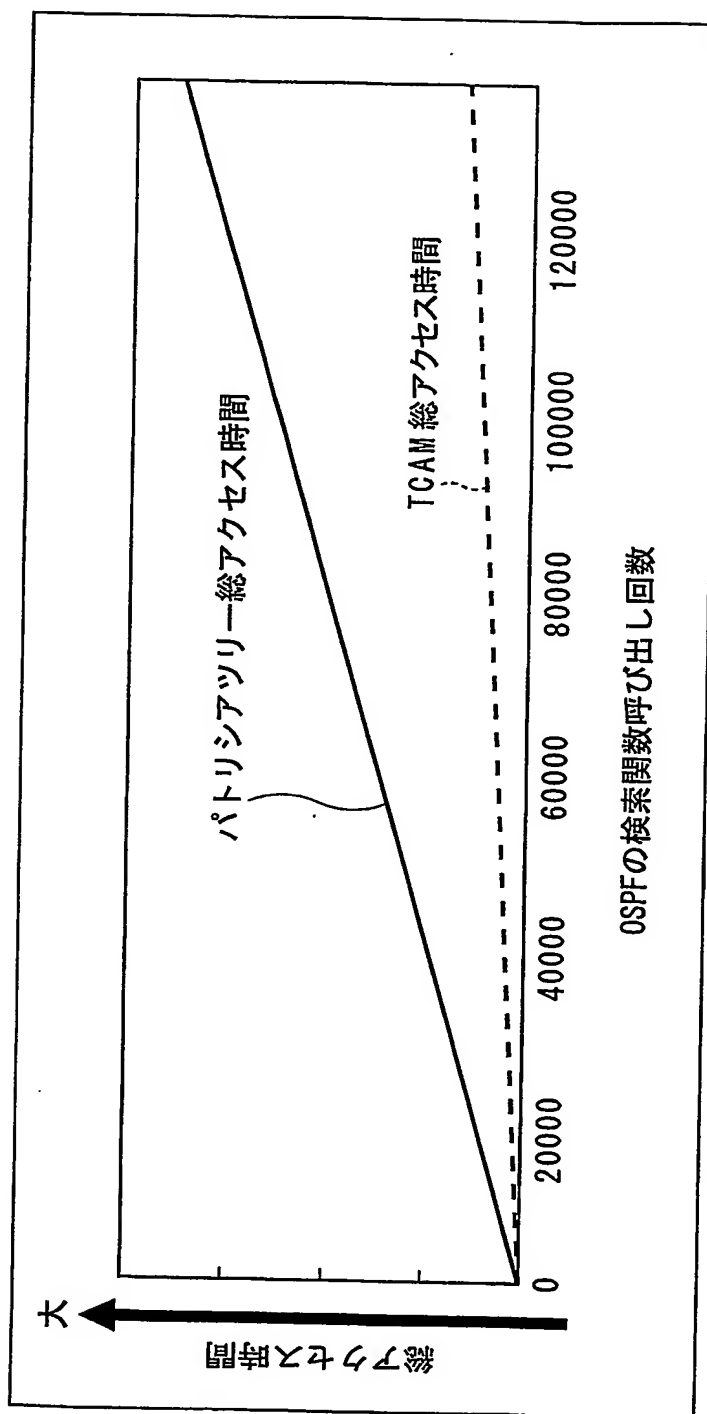
図 1 7



(注) SRAM、TCAM アクセス時間 :5ns、5ns

15/24

図 18



16/24

図 19

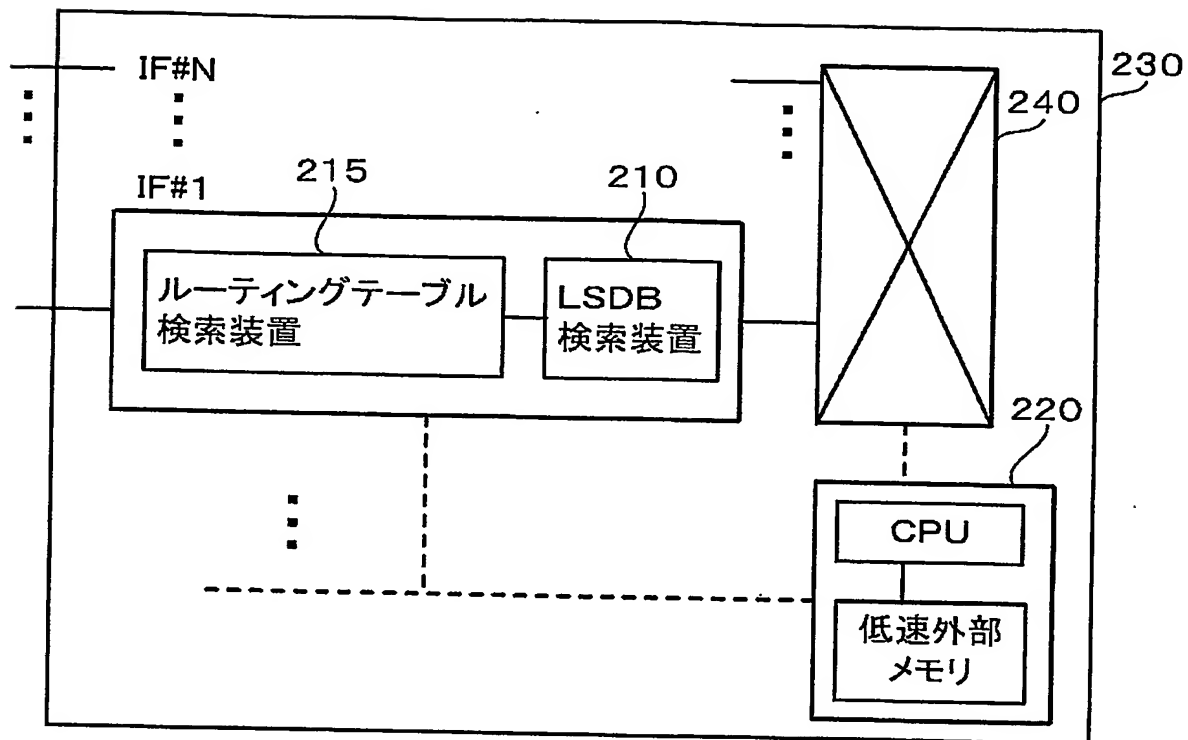
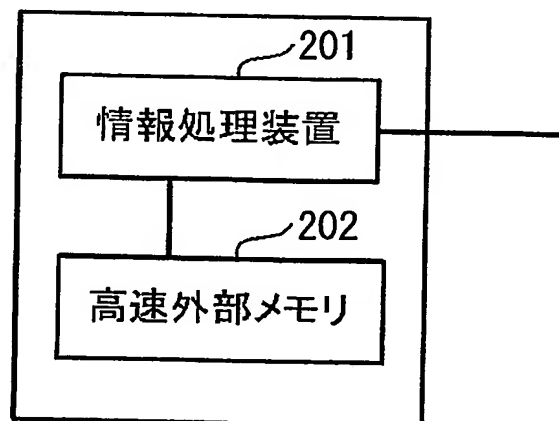


図 20



17/24

図 2 1

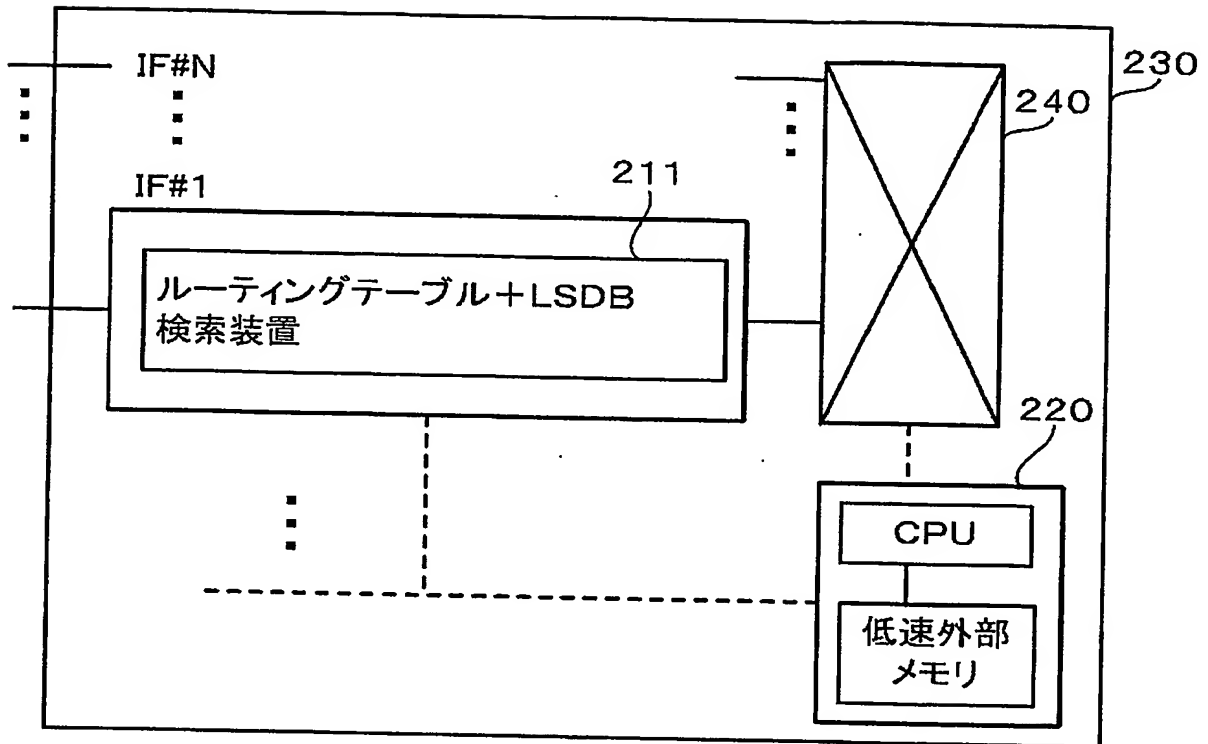


図 2 2

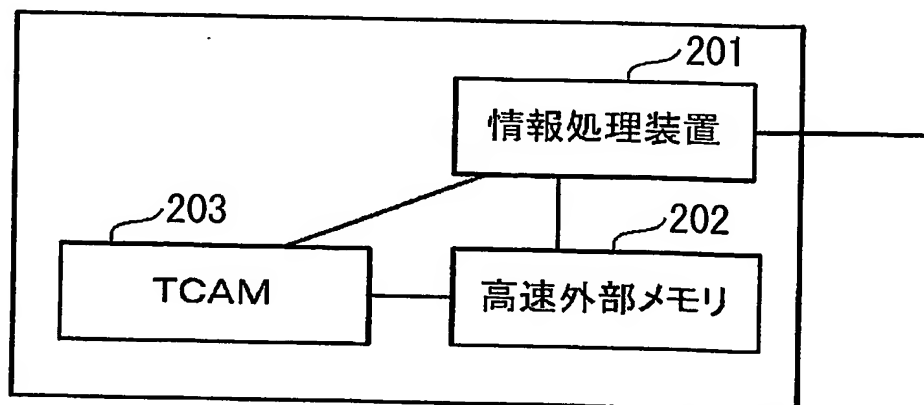
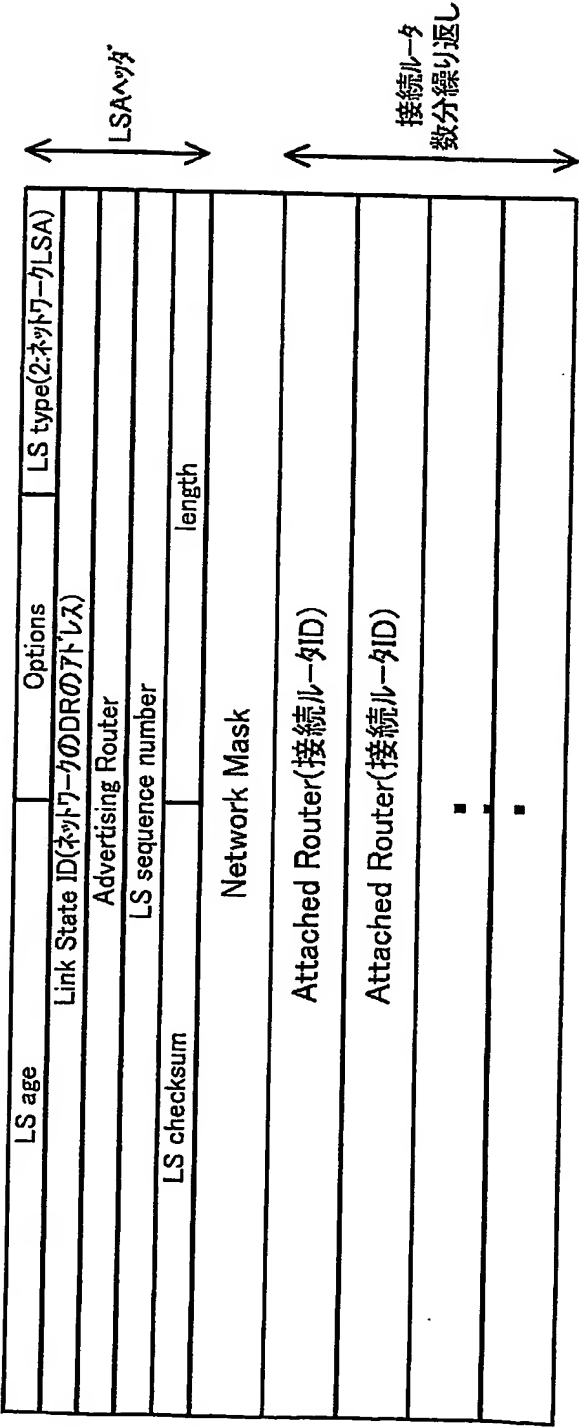


图 23

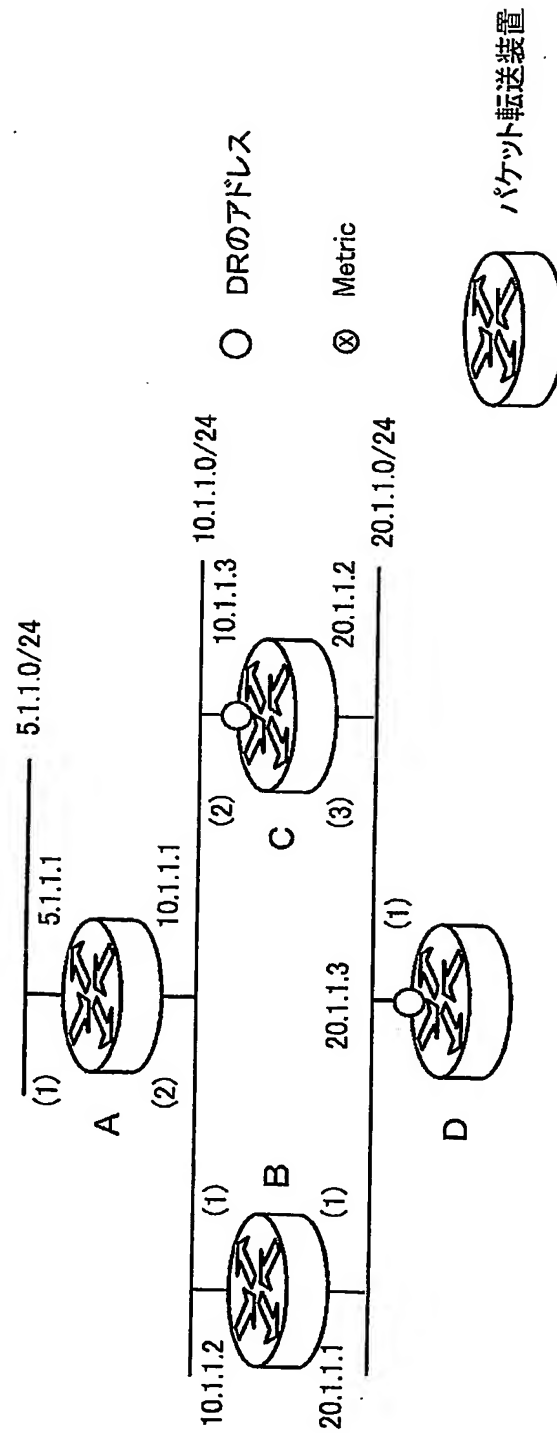
LS age			Options		LS type(1:ルーティングLSA)
Link State ID(LSAを生成したルーティンID)					
Advertising Router					
LS sequence number					
LS checksum					
0	V	E	B	0	#links
Link ID(ネットワークのDRのIPアドレス:トランジットネットワークの場合)					
Link Data(ルーティンファースのIPアドレス:トランジットネットワークの場合)					
Type		#TOS		metric(コスト)	
...					
TOS		0		TOS metric	
Link ID(ネットワークのDRのIPアドレス:トランジットネットワークの場合)					
Link Data(ルーティンファースのIPアドレス:トランジットネットワークの場合)					
Type		#TOS		metric(コスト)	
...					
TOS		0		TOS metric	
...					
...					
...					

図 2 4



20/24

図 25



21/24

図 2 6

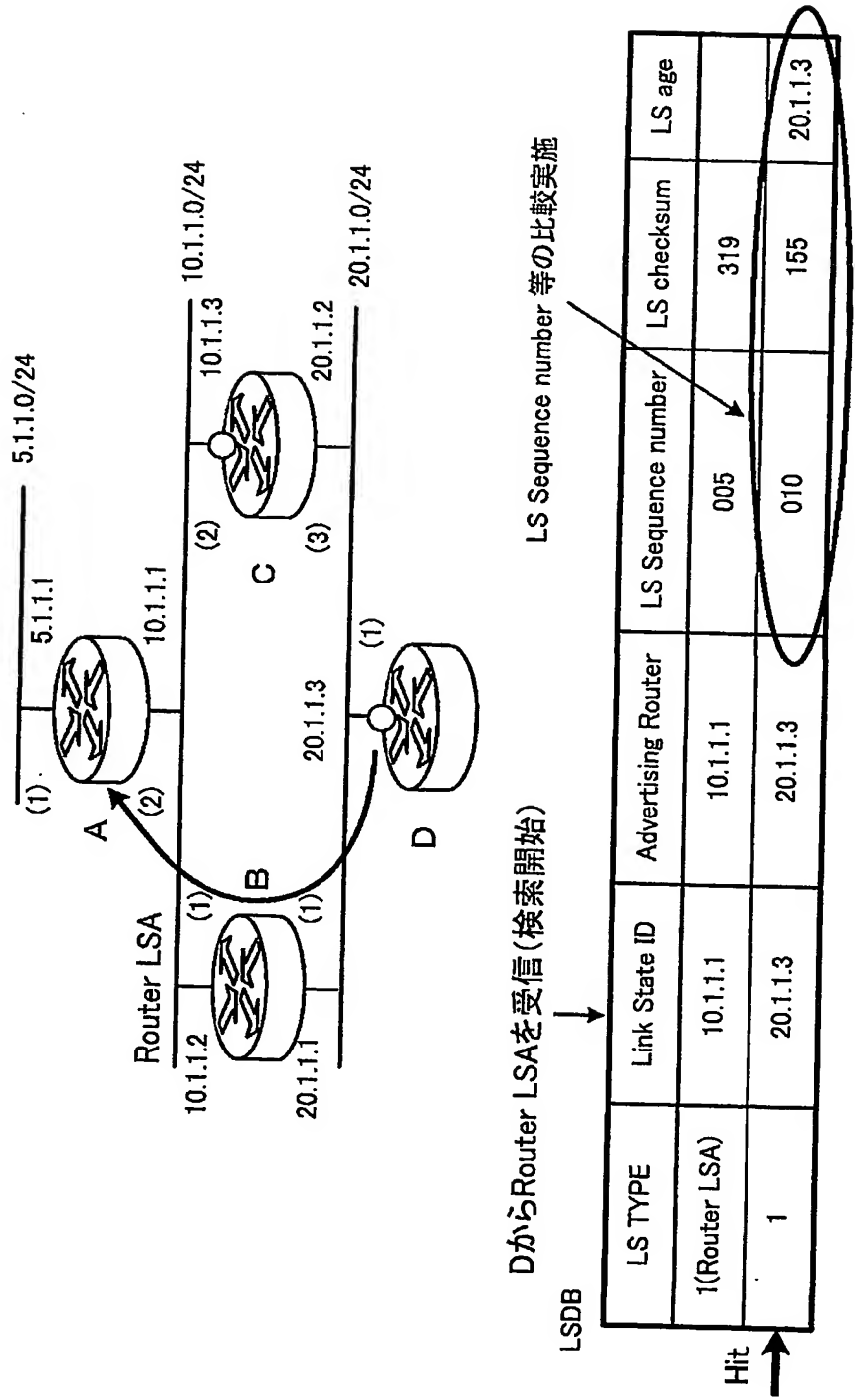
LSDB

LS TYPE	Link State ID	Advertising Router	LS Sequence number	LS checksum	LS age
1(Router LSA)	10.1.1.1	10.1.1.1	0x80000002	005	133
1	20.1.1.1	20.1.1.1	0x80000004	110	310
1	...	...	...	...	...
LS TYPE	Link State ID(DR)	Advertising Router	LS Sequence number	LS checksum	LS age
2(Network LSA)	10.1.1.3	20.1.1.2	0x80000008	115	218
2	...	...	...	...	...
...					

情報を一意に識別する項目

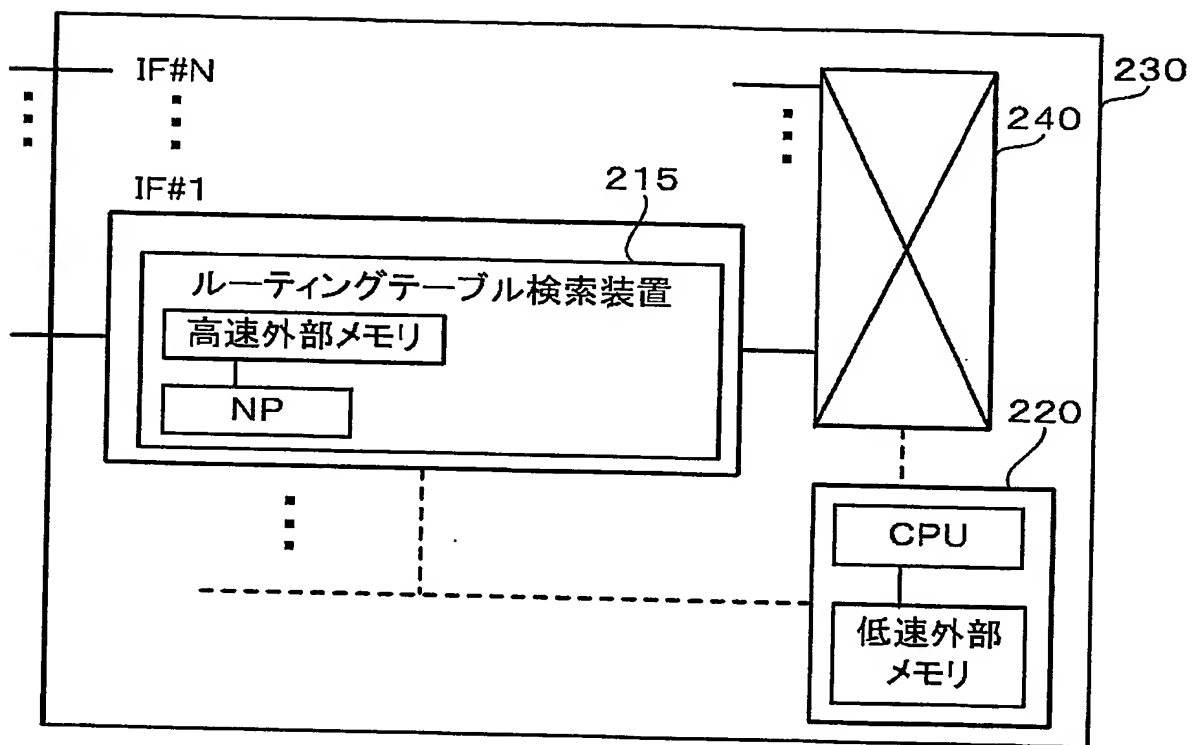
LS Sequence number等

図 27



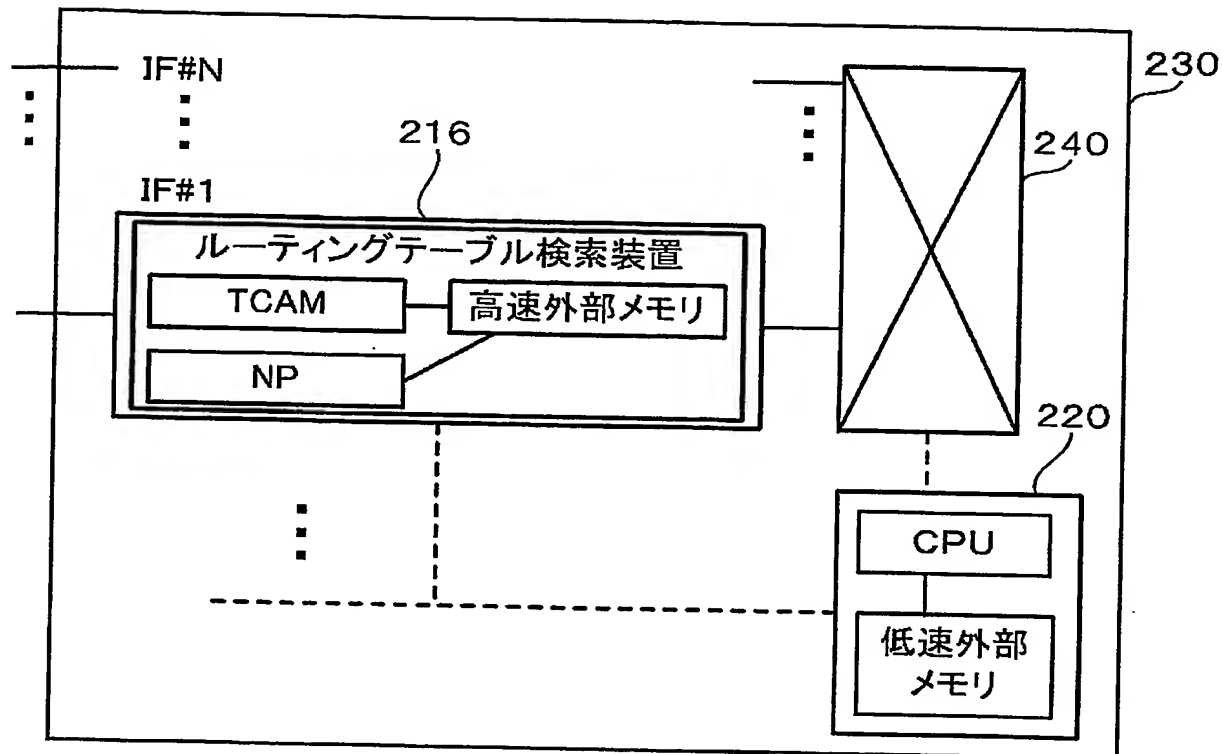
23/24

図 28



24/24

図 29



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2004/012137

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H04L12/56, G11C15/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H04L12/56, G11C15/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2002-208945 A (Fujitsu Ltd.), 26 July, 2002 (26.07.02), Par. Nos. [0030] to [0047], [0065] to [0071]; Figs. 1, 2, 5 (Family: none)	1, 4-6, 9-11 2, 3, 7, 8
Y	WO 2002/102000 A2 (Koninklijke Philips Electronics N.V.), 19 December, 2002 (19.12.02), Claims 1 to 6; Fig. 1 & DE 10127880 A1 & EP 1400071 A2 & JP 2004-521561 A	2, 3, 7, 8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
 "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 October, 2004 (18.10.04)

Date of mailing of the international search report
02 November, 2004 (02.11.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/012137

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2002-204250 A (Fujitsu Ltd.), 19 July, 2002 (19.07.02),	12, 13, 16, 17, 20
Y	Par. Nos. [0109] to [0122]; Fig. 11 & US 2002/0085498 A1 & EP 1221788 A2	14, 15, 18, 19
Y	JP 2002-208943 A (Alcatel Canada Inc.), 26 July, 2002 (26.07.02), Par. Nos. [0036] to [0041]; all drawings & EP 1223713 A2 & CA 2327880 A1 & US 2002/0124106 A1 & CN 1357998 A	14, 15, 18, 19
A	JP 2003-101573 A (Sharp Corp.), 04 April, 2003 (04.04.03), Par. No. [0020]; Fig. 3 (Family: none)	2, 3, 7, 8
A	JP 2003-23437 A (NEC Corp.), 24 January, 2003 (24.01.03), Full text; all drawings & CA 2375397 A1 & CN 1396748 A & US 2003/0012198 A1	1-20
A	JP 2000-30469 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 28 January, 2000 (28.01.00), Full text; Fig. 5 (Family: none)	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/012137

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The inventions of claims 1-11 relate to generation of a routing table using the TCAM and the external memory.

The inventions of claims 12-20 relate to judgment whether the information received by the control packet of the routing protocol is new or old in the LSDB search device.

Since no technical relationship within the meaning of PCT Rule 13 can be seen between these groups of inventions, it is obvious that the inventions of claims 1-20 do not satisfy the requirement of unity of invention.

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H04L 12/56, G11C 15/04

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H04L 12/56, G11C 15/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2002-208945 A (富士通株式会社) 2002.07.26, 【0030】～【0047】,	1,4-6,9-11
Y	【0065】～【0071】, 図1, 図2, 図5 (ファミリーなし)	2,3,7,8
Y	WO 2002/102000 A2 (Koninklijke Philips Electronics N.V.) 2002.12.19, Claim 1-6, Fig.1 & DE 10127880 A1 & EP 1400071 A2 &	2,3,7,8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18.10.2004

国際調査報告の発送日

02.11.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小林 紀和

5 X

3250

電話番号 03-3581-1101 内線 3555

C (続き). 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	JP 2004-521561 A	
X	JP 2002-204250 A (富士通株式会社) 2002. 07. 19, 【0109】～【0122】, 図11 &	12, 13, 16, 17, 20
Y	US 2002/0085498 A1 & EP 1221788 A2	14, 15, 18, 19
Y	JP 2002-208943 A (アルカテル・カナダ・インコーポレイテッド) 2002. 07. 26, 【0036】～【0041】, 全図 & EP 1223713 A2 & CA 2327880 A1 & US 2002/0124106 A1 & CN 1357998 A	14, 15, 18, 19
A	JP 2003-101573 A (シャープ株式会社) 2003. 04. 04, 【0020】, 図3 (ファミリーなし)	2, 3, 7, 8
A	JP 2003-23437 A (日本電気株式会社) 2003. 01. 24, 全文, 全図 & CA 2375397 A1 & CN 1396748 A & US 2003/0012198 A1	1-20
A	JP 2000-30469 A (沖電気株式会社) 2000. 01. 28, 全文, 図5 (ファミリーなし)	1-20

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-11に係る発明は、TCAMと外部メモリを用いたルーティングテーブルを生成することに関するものである。

請求の範囲12-20に係る発明は、LSDB検索装置において、ルーティングプロトコルの制御パケットによって受信した情報の新旧を判断することに関するものである。

両者の間にPCT規則13の意味における技術的な関連を見いだすことはできないから、請求の範囲1-20に係る発明は、発明の単一性を満たしていないことが明らかである。

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。

☒ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.